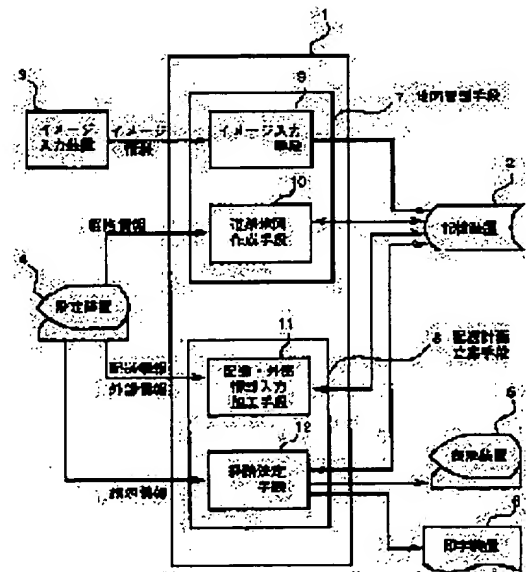


(11)Publication number : 06-273181  
(43)Date of publication of application : 30.09.1994

(21)Application number : 05-059149	(71)Applicant : HITACHI LTD HITACHI ENG CO LTD
(22)Date of filing : 18.03.1993	(72)Inventor : INOUE HARUKI ICHIKAWA HIROYUKI YOSHIDA HIDEO TERADA YASUHIRO SATO YOSHIYUKI YAHIRO MASAKAZU OOTSUKI AKEMI

CONSTITUTION: A distribution managing apparatus 1 has map managing means 7 and distribution plan drafting means 8. Image input means 9 reads a map, etc., sold in the market from an input unit 3, and stores it as image data (image map) in a memory 2. Road map forming means 10 displays the image map on a display unit 5, coordinate-converts a plurality of geographic points set on a screen (intersections, curved points of a road), and forms a road map formed of route data including positions, connections, directions. Route deciding means 12 reads the route data, first obtains a shortest route between two points of a starting point and a finishing point based on distribution information, traffic congestions, etc., from information input processing means 11, and further decides an optimum route (circulating route) of a plurality of distribution geographic points so as to satisfy designated target information (min designated time error difference, etc.).



[Date of request for examination] 04.09.1996  
[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3007507

[Date of registration] 26.11.1999

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3007507号 ✓  
(P3007507)

(45) 発行日 平成12年2月7日 (2000.2.7)

(24) 登録日 平成11年11月26日 (1999.11.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G 0 1 C 21/00

G 0 1 C 21/00

G

G 0 6 F 17/30

G 0 8 G 1/0969

G 0 6 T 1/00

G 0 9 B 29/10

A

G 0 8 G 1/0969

G 0 6 F 15/40

5 3 0 M

G 0 9 B 29/10

15/62

3 3 5

請求項の数 5 (全 39 頁)

(21) 出願番号

特願平5-59149

(22) 出願日

平成5年3月18日 (1993.3.18)

(65) 公開番号

特開平6-273181

(43) 公開日

平成6年9月30日 (1994.9.30)

審査請求日

平成8年9月4日 (1996.9.4)

(73) 特許権者 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(73) 特許権者 390023928

日立エンジニアリング株式会社

茨城県日立市幸町3丁目2番1号

(72) 発明者

井上 春樹

茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立

エンジニアリング 株式会社内

(72) 発明者

市川 弘幸

茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立

エンジニアリング 株式会社内

(74) 代理人

100061893

弁理士 高橋 明夫 (外1名)

審査官 千馬 隆之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 経路決定方法、装置および地図管理装置および移動体管理システム

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の地点が相互に結合されている道路網で、所定の経路を決定する方法において、  
入力されたイメージ地図の道路網上で、複数の地点を指定し、それら地点の位置データと、互いに接続関係にある地点間の距離データを含む経路データを作成し、この作成された経路データに基づいて前記地点の中から2以上の所定地点を指定し、これら所定地点間を結ぶ複数の経路を探索して、最短距離または最小時間の目的情報を満足する経路を決定することを特徴とする経路決定方法。

【請求項2】 複数の地点が相互に結合されている道路網で、所定の経路を決定する方法において、  
道路網の複数の地点の位置データと、互いに接続関係にある地点間の距離データを含む経路データに基づいて、

2

前記地点の中から2以上の所定地点を指定され、前記複数の所定地点をランダムに並べたベクトルについて、所定の目的関数を作成して第1の目的関数値を求め、次に、前記ベクトルのノード並びを2種の一様乱数にもとづいて変更した新たなベクトルについて第2の目的関数値を求め、前記第1の目的関数値と前記第2の目的関数値のいずれが最適解に近いかを判定し、最適解に近い方のベクトル並びの候補経路を最適経路候補とする過程を繰り返して、前記所定地点間を結ぶ複数の経路から所定の目的情報を満足する最適経路を探索することを特徴とする経路決定方法。

【請求項3】 複数の地点が相互に結合されている道路網で、目的情報に応じて所定の最適経路を決定する装置において、  
道路網の複数の地点の位置データと接続関係にある地点

## 3

間の距離データとを有する経路データを作成し管理する  
地図管理手段と、

所定の道路網(ネットワーク)における前記経路データ  
を読出す機能と、

その全ノード(地点)をランダムに並べ、所定の始点を  
ルート(根)とする論理木を作成し、所定の終点が論理  
木に接続したときのルート並びを、候補経路と定める機  
能と、

前記候補経路のノード並びを2種の一様乱数に基づいて  
変更する機能と、

前記変更されたノード並びに対し前記始点をルート  
(根)する論理木を作成し、前記終点が論理木に接続し  
た新たなルート並びを、新たな候補経路と定める機能  
と、

前記目的情報に基づいて定められる目的関数を、前記候  
補経路と前記新たな候補経路について演算し、両方の目  
的関数値を求める機能と、

いずれの目的関数値が最適解に近いかを判定し、最適解  
に近い方のルート並びの候補経路を最適経路候補とする  
機能と、

これら候補経路を定め、最適解に近い経路を判定する過  
程を繰り返機能と、を有する経路決定手段と、  
を備えることを特徴とする経路決定装置。

【請求項4】複数の地点が相互に結合されている道路網  
で、所定の目的情報に応じた経路を決定する装置におい  
て、

道路網の複数の地点の位置データと、互いに接続関係に  
ある地点間の距離データとを有する経路データを管理す  
る道路地図管理手段と、

前記経路データに基づいて、前記地点の中から2以上の  
所定の地点を指定され、これら所定の地点間を結ぶ複数  
の経路を探索し、所定の目的情報を満足する最適経路を  
決定する計画立案手段を具備し、

前記計画立案手段は、

所定の道路網(ネットワーク)における、所定の始点と  
所定の終点の組合せからなる全ての二点間について、最  
短経路を決定し、記憶する機能と、

前記所定の道路網(ネットワーク)における、複数の訪  
問地点をランダムに並べたベクトルを生成する機能と、  
前記ベクトルの、各訪問地点の間は前記最短経路に基づ  
くとして所定の目的関数を作成して第1の目的関数値を  
求める機能と、

前記ベクトルの並びを2種の一様乱数にもとづいて変更  
した新たなベクトルについて第2の目的関数値を求める  
機能と、

前記第1の目的関数値と前記第2の目的関数値のいずれ  
が最適解に近いかを判定し、最適解に近い方のベクトル  
並びの候補経路を最適経路候補とする機能と、

このベクトル生成と最適経路候補の判定の過程を繰り返  
し行う機能と、

## 4

目的情報に応じた最適な訪問経路を決定して所定の訪問  
計画を立案する機能と、前記最適な訪問経路を含む前  
記立案された計画を出力する機能と、  
を有していることを特徴とする経路決定装置。

【請求項5】イメージ地図を入力しデジタルの画像デ  
ータに変換するイメージ入力手段及び前記イメージ地図  
を表示する表示手段と、

表示されているイメージ地図上で任意に指定された複数  
の地点について、前記地点の位置データと、互いに接続

10 関係にある地点間の距離データと、所定地点について  
の一方通行や左/右折禁止などの方向データを含む経路デ  
ータを生成する道路地図作成手段と、

前記画像データと前記経路データを記憶する記憶手段  
と、

前記経路データに基づいて、所定の所定地点間を結ぶ複  
数の経路を探索して、最短距離または最小時間の目的情  
報を満足する経路を決定する経路決定手段と、を具備す  
ることを特徴とする地図管理装置。

【発明の詳細な説明】

20 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、道路網を対象とする経  
路決定方法と装置に関し、特に、二地点の最適経路また  
は多地点を効率よく巡回する最適経路の決定方式、およ  
び、経路探索に有用な地図データを生成する地図管理装  
置、移動体を効率よく管理する移動体管理システムに関  
する。

【0002】

【従来の技術】従来のナビゲーションや配送計画には、  
市販の地図(イメージ)をデジタル(ベクトルとも言う  
30 う)化したデータベースを利用している。これによれ  
ば、道路網は適当な間隔で区切られ、その複数の接続点  
の座標を備えているので、距離の計算や最短経路の探索  
が可能である。

【0003】しかし、配送計画などの経路決定において  
は、一般に特定のエリアの特定の訪問地点群を、ある程  
度定められた経路に従い、最短時間で、あるいは最小の  
エネルギー(コスト)で、あるいは指定時刻との最小に  
偏差をする必要がある。

【0004】従って、配送計画の立案に当っては、利用  
40 者が必要とするエリア内でディフォルメされた地図(手  
書きでもよい)の方が、はるかに有益である。また、詳  
細な地図は不要なデータが多い反面、詳細であるが故  
に、頻繁にその情報を更新することが必要となり、本来  
不要な作業やコストが発生する。

【0005】そこで、特開昭63-10275号(参照  
例1)記載の地図データ作成装置のように、地図上の道  
路の複数の地点を座標変換し、二地点間の直線の長さで  
正規化した直交座標系の数値に変換、いわゆるベクトル  
化したデータを編集するものがある。

50 【0006】一方、経路の組合せの爆発に対処するため

に、特開平4-247555号(参照例2)の神経回路型最短経路探索装置のように、ニューラルネットワークの動作原理を応用して最短経路を求めるものもある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、参考例1のものは、イメージ地図上の道路に添った道路地図は作成できるが、交通規制情報や、渋滞情報などを具備できず、経路決定のデータとしては不十分である。

【0008】参考例2のものは、ホップフィールド型ニューラルネットワークをベースとしている為、周知のように、解は極値にとまり、最適解は得られない。また、目的関数が2~3次の数式となるため、極めて多くの演算が必要となり、処理性が著しく低い。

【0009】同モデルによる配送計画では、有限時間で、ある程度の解が求まるのは、単純な地図であっても10~20地点で、複雑な地図になると10点以下になってしまう。

【0010】また、計画の目的も、最短時間あるいは最短距離のみであり、指定時刻偏差最小等には対応し得ないと考えられる。

【0011】本発明の目的は、上記従来技術の問題点を克服し、以下のことを達成することにある。

【0012】第1に、イメージ地図から経路探索に好適な経路データを作成し、これを用いて距離または時間のより少ない経路を容易に決定する経路決定方法と装置を提供することにある。

【0013】第2に、道路の進行方向や動的状況を含む経路データに基づいて、配送計画などの種々の目的に応じた最適な経路を高速に決定する経路決定方法と装置を提供することにある。

【0014】第3に、手書き地図を含む任意のイメージ地図を入力し、利用目的に適した経路データを簡易に作成し、道路地図を作成する、地図管理装置を提供することにある。

【0015】第4に、要求に対応した複数の移動体の経路探索により、移動体の効率的な運行とサービスの向上はかる移動体管理システムを提供することにある。

【0016】本発明のその他の目的は、以下の記載によって明らかになる。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、それぞれ以下の特徴からなる構成を備えている本発明の第1の特徴は、複数の地点が相互に結合されている道路網で、所定の経路を決定する経路決定方法または装置において、入力されたイメージ地図の道路網上で複数の地点を指定し、それら地点の位置データと、互いに接続関係にある地点間の距離データを含む経路データを作成し、この作成された経路データに基づいて前記地点の中から2以上の所定地点を指定し、これら所定地点間を結ぶ複数の経路を探索して、最短距離また

は最小時間の目的情報を満足する経路を決定することにある。

【0018】本発明の第2の特徴は、道路網における経路決定方法または装置において、道路網の複数の地点の位置データと、互いに接続関係にある地点間の距離データを含む経路データに基づいて、前記地点の中から2以上の所定地点を指定され、これら所定地点間を結ぶ複数の経路を探索して、所定の目的情報を満足する最適経路を決定することにある。

10 【0019】前記経路の探索は、前記複数の所定の地点をランダムに並べたベクトルについて、所定の目的関数を作成して第1の目的関数値を求め、次に、前記ベクトルのノード並びを2種の一様乱数にもとづいて変更した新たなベクトルについて第2の目的関数値を求め、前記第1の目的関数値と前記第2の目的関数値のいずれが最適解に近いかを判定し、最適解に近い方のベクトル並びの候補経路を最適経路候補とし、この過程を繰り返すようにしている。

20 【0020】本発明の第3の特徴は、地図管理装置であって、イメージ地図を入力しデジタルの画像データに変換するイメージ入力手段及び前記イメージ地図を表示する表示手段と、表示されているイメージ地図上で任意に指定された複数の地点について、前記地点の位置データと、互いに接続関係にある地点間の距離データと、所定地点についての一方通行や左/右折禁止などの方向データと、を含む経路データを生成する道路地図作成手段と、前記画像データと前記経路データを記憶する記憶手段と、前記経路データに基づいて、所定の所定地点間を結ぶ複数の経路を探索して、最短距離または最小時間の目的情報を満足する経路を決定する経路決定手段と、を具備することにある。

30 【0021】

【0022】

【作用】本発明の第1の特徴によれば、市販のイメージ地図を読み込んで、画面上で指定した道路網の複数の地点について、それら地点の位置データと、互いに接続関係にある地点間の距離データ、更には方向データ(交通規制情報)などからなる経路データを作成し、この経路データに基づいて指定された所定地点の最短距離または最小時間の経路を探索し、決定できる。

40 【0023】これにより、従来の膨大で高価なデータベースによることなく、経路探索を容易、かつ、安価に行える。

【0024】本発明の第2の特徴によれば、たとえば、配送計画の立案装置に適用する場合、まず、指定された地図上の全配送地点どうしの最適経路を決定する。これは、ある配送地点(始点)から他の配送地点(終点)に至る経路を、始点をルート(根)とする経路ツリーに置き換え、終点がツリーに結合した場合に該経路を最適経路と定める処理を、検討地点ノード順を擾動しながら反

## 7

復的に行い、最適解に近い結果を確率的に定め、二点間の最適経路(たとえば、最短経路)を決定する。

【0025】つぎに、指定された配送地点を、指定された目的関数値が最適となるように訪問順序と、経路を定める。これは、各配送地点間に決定されている二点間の最適経路と、設定されている道路/交通情報を基に、指定されている配送地点を訪問した場合の目的関数を演算することを、配送地点検討順を擾動しながら反復的に行って、最適解を確率的に定めるものである。

【0026】これによれば、多数の地点からなる多数の経路により生じる、組合せ問題の爆発を解消して、極値ではなく最大値(最小値)の最適解を短時間に決定でき、かつ、配送地点の指定時間偏差最小など、従来困難な種々の目的に対応した最適経路を決定できる。

【0027】本発明の第3の特徴によれば、手書きなど任意の地図データを入力し、その画面表示されたイメージ地図上で任意に指定した複数の地点について経路データを作成し、これにより所望の道路地図を表示またはプリントアウトできる。さらに、予め求めた所定エリアの全ての二点間の最短経路データを具備して、始点と終点の指示のみで最適経路を出力するナビゲーションを、迅速かつ容易に行うことができる。

【0028】

【0029】

【実施例】次に、本発明の実施例について、図面を参照して詳細に説明する。

【0030】図1は本発明による第1の実施例で、経路決定装置の一適用例となる配送計画管理装置の構成を示したものである。

【0031】配送計画管理装置1は、イメージ入力装置3からイメージ地図を読み込み、デジタル(ベクトル)の道路地図データを作成し、記憶装置3に格納する地図管理手段7と、設定装置4からの配送情報と上記道路地図データにより、最適配送経路を決定し、表示装置5や印字装置6に出力する配送計画立案手段8により構成される。

【0032】図2は、配送計画管理装置システムを実現するためのハード構成を概略的に示したものである。管理装置1は、図示しない中央処理装置(CPU)、ROM、RAM、入出力I/O、これらを結ぶバス等である計算機により実現される。記憶装置2は、上記RAMと補助記憶装置により実現され、補助記憶装置には、光学式や磁気式のディスク装置等が利用可能である。

【0033】イメージ入力装置3には、画像スキャナが利用されるが、イメージ画像情報を記憶している記憶装置の読出し装置(例えば、ディスクドライブ)でもよい。

【0034】設定装置4には、たとえば、マウス等のロケータやキーボード、あるいは、表示画面に付設されるタッチパネルなどが利用される。また、リモートセンシ

## 8

ングな情報(例えば、GPSによる移動体位置情報)等を取り込む、受信装置を付加した設定装置が利用可能である。

【0035】次に、地図管理手段7について、その構成と動作を説明する。

【0036】地図管理手段7は、図1のようにイメージ入力手段9と道路地図作成手段10を備える。イメージ入力手段9は、任意の地図をイメージスキャナ3より入力し、記憶装置2のイメージ地図記憶領域51に、画像データとして格納する。この画像データは、所定の画素(ピクセル)単位に、1/0信号により表されるもので、これらは周知の技術により実現される。

【0037】道路地図作成手段10は、イメージ地図を記憶装置3から読出して、表示装置5に表示し、その画面上で指示される経路情報により、デジタルデータ(ベクトルデータ)に変換した道路地図データを生成する。

【0038】図3は、市販の地図を読込んで一旦、記憶手段5に格納したものを、再び読出して画面表示したイメージ地図の例であり、某都市の所定地域を2万分の1で表したものである。

【0039】図4は、道路地図作成手段10の処理手順を示すフローチャートである。図5～図11を参照しながら、その動作を説明する。

【0040】ユーザは、図3での道路における交差点や屈曲点あるいは特定地点などを、画面上でマウスによりピックアップする。指定された各地点は画面上の座標に変換され、図5に示す地点情報テーブル52として、指定順の番号と座標が記憶される(ステップA)。

【0041】つぎに、経路の指定と、それによる距離計算が行われる(ステップB)。経路の指定は、図6に示すように(a)～(c)の3通りにより行われる。

【0042】まず、通常は最も多い双方向経路指定を行う。これは、同図(a)のように指定済みの[1]～[4]の地点から経路指定したい2地点、たとえば、[1]と[2]をピックアップする。これにより、地点[1]と[2]間の双方向指定が取り込まれ、ついで、この間の距離計算が行われる。

【0043】距離計算は、図7に示すフローで行われる。ステップB10では、地点[1]と[2]の座標を、地点情報テーブル52より取り込み、画面座標での距離計算を行う。つぎに、このイメージ地図の縮尺(スケール)を入力または読出して、実距離に変換する(ステップB20)。

【0044】その後、図8に示す経路定義テーブル53の行→列および列→行のエリアに格納する。同図の例では、[1]→[2]、[2]→[1]の両エリアに13kmが記憶されている。上記、B10～B30のステップを、経路指定したい全ての地点について行う。

【0045】次に、図4のステップCで、一方通行の指

定を行う。たとえば、地点〔2〕、〔3〕間は、  
「〔2〕→〔3〕へ一方通行」の経路情報に応じて、すでに双方向経路が指定されている地点〔2〕、〔3〕を、画面上で〔2〕→〔3〕の順に指定する。これにより、経路定義テーブル53の〔3〕→〔2〕エリアの距離データが消去される。

【0046】次に、図4のステップDで、右／左折禁止経路の指定を行う。図6(c)に示すように、右／左折禁止は3地点の指定によって可能となる。図9は、右／左折禁止指定を説明する図で、地点〔2〕において、  
〔1〕→〔4〕の右折を禁止する場合に、画面上で  
〔1〕→〔2〕→〔4〕の順に指定する。これにより、右／左折禁止情報テーブル54の(1, 2, 4)エリアに禁止フラグ「1」がセットされる。同様に、  
〔1〕→〔2〕→〔7〕の左折禁止は、(1, 2, 7)エリアに「1」がセットされる。

【0047】上述の経路方向指定、すなわち、一方通行、右／左折禁止等は、予めこれらの情報を地点にリンクして記憶しておけば、図4のステップBの処理に運動して、ステップC, Dを自動的に行うことができる。

【0048】なお、右／左折禁止情報テーブル54は、禁止フラグのあるアドレスのみに圧縮し、かつ、ターニングポイントとなる地点(図9のj)を、経路定義テーブル53の対応する地点にひも付けする。これによ

$$\text{PATHL}(1, 7) = 27$$

【0053】

$$\text{PATHL}(7, 1) = 6$$

式(1)は、地点〔1〕から地点〔7〕は、経路が存在し、その距離は27(km)であることがわかる。一方、式(2)は、地点〔7〕から地点〔1〕は経路が存在せず、地点〔1〕→地点〔7〕への一方通行である。

【0054】経路定義テーブル53は、計算機内では処理の高速化のために、図11に示すネットワーク定義テーブル55として記憶されている。縦軸にノード番号、横軸に該当ノードにリンクしているパス数と、リンク先ノードを定義しており、NETDEF(i, j)により参照される。

【0055】次に、図1における配送計画立案手段8の構成と動作を説明する。

【0056】配送情報・外部情報入力加工手段11は、配送位置、配送量、配送時間および配送計画の目的情報等の配送情報や、道路網の動的な状況(たとえば、渋滞状況や突然の交通遮断など)、さらには配送車の位置情報等の時間変化する外部情報を入力して、所定の計算や編集等の加工を行い記憶装置2に格納する。

【0057】経路決定手段12は、計画立案の指示情報と、上記道路地図データ及び配送情報等に基づいて、配送経路を決定し表示装置5や印字装置6に出力する。

【0058】図12は、配送情報の一例を示したものである。本例では、始点が〔11〕を8:00に出発し、

ば、後述する経路探索では、経路テーブルを読みだせば、右／左折禁止情報の参照も可能となる。

【0049】以上のようにして、地図管理手段7は、上記経路情報テーブル53と、右／左折禁止情報テーブルを主とする道路地図データを生成する。図10は、この道路地図データを、イメージ地図上に重ねて表示した例である。本例では、地点は、〔1〕～〔239〕の239点が指定され(明細書中〔1〕を、図ではと表しているが、同一地点を指す)、使用可能経路は黒太線のように指定される。なお、一方通行や、右／左折禁止等についても線種や色などにより識別可能に表示できることは言うまでもない。

【0050】また、上記ではイメージ地図画面における道路上の地点を指定しているが、画面の道路にはない地点を指定することもできる。この場合、イメージ地図には表記のない道路や、建設予定道路などを任意に追加できる。

【0051】上記の経路定義テーブル53は、地点番号を両軸に定義したマトリクスのエリアに実距離が記憶されている。このテーブルへの書き込みや読み出しは、変数PATHL(m, n)により行う。ここで、m, nは該当の2地点である。

【0052】

【数1】

…(1)

【数2】

…(2)

図示の16箇所に各々設定された配送量の荷を配り、地点〔12〕に戻ることが必要である。納期時刻は、地点〔62〕, 〔141〕, 〔114〕, 〔105〕, 〔199〕に設定されているが、他の地点については指定がない。この配送情報は、配送情報入力手段11により配送情報テーブル55として記憶装置2に格納される。

【0059】図13は、2つの経路の交通量(渋滞度)の時間パターンを示している。

【0060】パターンは、0:00から6:00までは通常走行が可能であり、この時交通量の度合は1.0となっている。7:00から10:00までは通勤時間帯で渋滞が発生し交通量度合は2.8まで上昇している。夕方の16:00から20:00にも同様の渋滞が発生している。

【0061】パターンは、11:00～17:00の昼時間帯に交通量が多く交通量度合が大きくなっているが、通勤にはほとんど影響を受けていない。

【0062】以上のようなパターンが経路や曜日毎に複数、外部情報入力手段11により、各地点間で選択可能にテーブル化され、記憶手段5に登録されている。これは、所定経路の移動時間の算出に用いられる。

【0063】例えば、図10の地点〔1〕→〔7〕の経路にパターン〔1〕が設定されているとすると、この経

11

路を、交通量度合が2.8の9:00に通過しようとした場合、交通量度合1.0の5:00に通過する場合に比べ、2.8倍の時間を要することになる。

【0064】図14は、目的関数情報の一例である。本例では計画における最適化項目として、「配送時間最小」、「エネルギー最小」、「指定時刻偏差最小」、「配送距離最小」及び「納期余裕時間最大」の5種類から、1つを選択(\*)できるようにしている。目的関数情報は、配送情報入力加工手段11により、目的関数情報テーブル56として、記憶装置2に格納される。

$$E = \sum W_i \cdot L_i$$

で定義すればよい。ここで $W_i$ は地点[i]から地点[i+1]での積載荷重量、 $L_i$ は地点[i]から地点i+1までの距離である。

【0068】このように定義すれば配送量の多い配送地点から優先的に選択されていくような計画が立案され、総合エネルギーが最小となる。このエネルギーの計算は配送情報入力加工手段11で行われる。なお、各目的関数について詳細は後述する。

【0069】配送管理装置1は、地図管理手段7による道路地図データと、配送情報・外部情報入力加工手段11による配送情報や外部情報を、上記のように具備している。

【0070】そこで、設定装置4からの指示情報により、任意のタイミングで起動され、経路決定手段12により、最適配送計画を以下のように立案する。

【0071】図15は、経路決定手段7による最適配送経路決定の処理手順を示すフローチャートである。ここでは、配送地点間の最短経路を決定する(イ)～(ハ)と、配送経路を決定する(ニ)～(リ)のステップに大きく分かれる。

【0072】最短経路の探索は、目的関数を最小距離経路とした場合の最適経路である。しかし、地点間の最短経路は、他の目的関数による経路決定においても、必須の基礎データとなる。従って、対象となる全地点間の最短経路をデータ化しておけば、目的に応じた最適配送経路を高速に決定できる。

【0073】(1)配送地点間の最短経路の決定  
まず、ステップ(イ)～(ハ)を説明する。図15で、ステップ(イ)と(ロ)は、全地点を始点に、また、全地点を終点にする全経路を、繰り返しにより設定する処理ステップである。繰り返し処理用の始点ポインタIと、終点ポインタJには、各々1～nの配送地点が設定される。ステップ(ハ)は、地点I、J間の最適経路、ここでは最短経路を定める。

【0074】図16に示す最適経路決定のフローチャートを参照しながら、最短経路決定の処理手順をおおまかに説明し、詳細は後述する。

【0075】まず処理ステップAにて、ランダムに全地点を並べたベクトルXを生成する。次にステップBに

12

【0065】目的関数情報は、配送箇所が多く、標準の運用時間に対する配送時間の割合が大になると予想される場合は、「配送時間最小」が選択される。反対に、時間的余裕はあるが、配送量が大で、配送手段(車輛)の燃料消費を最小に抑えたい場合は、「エネルギー最小」が選択される。

【0066】この場合のエネルギーEは、例えば

【0067】

【数3】

10

$$(i=1, \dots, n) \quad \dots (3)$$

て、ベクトルX内のノード並び順に従って、出発ノードを根(ルート)とする論理ツリーを生成する。この時リーフ(葉)に終点ノードが出現した場合、その経路を経路長として保存する。これを $f(X)$ とする。

【0076】次に、ノード数をNとした $N^2$ 回、D～Gの処理を繰り返す。

【0077】ステップDにてノードの順ベクトルXの一部分を少しだけ変更し、新たなベクトルYを生成する。

20 ステップEでは、前記ステップBと同手順にてベクトルYに対する論理ツリーを生成し、その経路長 $f(Y)$ を演算する。

【0078】ステップFでは、組合せベクトルXとYによる経路長を比較し、最適解に近いものを、最適解の候補とし(ステップG)、ステップDに戻る。

【0079】上記ステップFの判定は、以下の事実により発明されたものである。

30 【0080】図17は、横軸にノードの順ベクトル、縦軸に2地点間の距離の総和を定義したものである。ベクトルAのとき、総距離は465であり、少し離れたベクトルOPTの総距離は380で、ベクトルOPTが最適解を与えるものとする。

【0081】いま、ベクトルAを少しだけ変更した、ベクトルBの総距離が480であったとすると、明らかにベクトルAの方が小さく、最小距離の目的に対しては優れているので、ベクトルBを候補から外してしまうことが考えられる。しかし、Aが極小点にあった場合は、少々のベクトルの変更ではAを上回るものが見出せないもので、永久に最適解に到達できなくなってしまう。

40 【0082】本発明では、このような場合に、極小値から抜け出るようにするため、検討回数に応じて低減する温度Tの概念を導入し、解決を図った。ここで言う、温度Tは物理的な温度を意味しない。

【0083】すなわち、ベクトルAがベクトルBを必ず経過してOPTに達する最小の力をT1、OPTからベクトルBの山を乗り越える為の最小の力をT2としたとき、常に

【0084】

【数4】

50



13

$$T1 \leq T < T2$$

となるように、Tを定めている。例えば、検索回数をiとすると

$$T = \Delta / \log(i + c)$$

( $\Delta$ は正の実定数、 $\log$ は自然対数、 $c$ は正の実定数)のように制御すればよく、温度Tは検討回数が大きくなるに従って小さくなる。

【0086】以上により、ステップFの判定条件は、例

$$a < \exp(-(f(Y) - f(X))/T) \quad \dots (7)$$

( $a$ は一様分布する乱数、 $\exp$ は自然対数のべき乗を表す)とし、数式(7)を満足する場合は、たとえ $f(Y)$ が $f(X)$ より劣っていても、順ベクトルYを最適解に近い組合せとして採用すればよい。

【0088】次に、図18に示すような簡略化したネットワークを例に、上記の最適経路決定方法を具体的に説明する。本例では、始点ノードIが地点[0]、終点ノードJが地点[16]であり、その間に[1]～[15]の地点を有して結合されている。各地点間の数字は地点間の実距離である。この値は、上記経路定義テーブル53から、または、図19に示す、目的関数情報に応じた地点間コストをテーブル化した、経路コストテーブル58から読み出したものである。各地点間は、双方向経路で、右/左折禁止もないものとする。

【0089】説明の都合上、まず、図20に示した経路探索/評価(図16のステップBおよびE)の処理フローについて説明する。これは、始点ノードから、最短距離をチェックしながら論理木(ツリー)を生成し、終点ノードへと到達させるものである。

【0090】まず、ランダムに並べた経路ベクトルは、 $X2 = ([1], [2], [7], [3], [16], [14], [15], [10], [9], [8], [11], [12], [13], [4], [5], [6])$ と、与えられているとする。

【0091】なお、ベクトルX2は、図28～図30に示す、ツリーワークテーブルの組合せベクトルX(p)に格納されている。

【0092】ステップaで、図28のツリーワークテーブルTRWK(1)を初期化し(例えば、「-1」)、検討ノードP=1からセットされる。

【0093】次にステップbにて、 $MIN \leftarrow \infty$ (経路長ワーク変数)、 $PNODE \leftarrow 1$ (最適経路親ノード)をセットする。

【0094】ステップcでは、ノードPに接続されているパス数を、図11のネットワーク定義テーブル、 $NETDEF(i, j)$ より求め、以下の検討を行なう。

【0095】いま、P=1であるから、ノード[1]にリンクしているノード[0]、[4]、[5]の中から、起点[0]からの経路が最短となる経路をステップd、eにて決定し、ノード[1]は、図23の(1)に示す様に[0]に接続される(ステップf、g)。

14

…(5)

【0085】

【数5】

…(6)

えば

【0087】

【数6】

…(7)

【0096】ノード[1]は、終点では無いため、ステップiにて、 $P \leftarrow P + 1$ なる処理が行なわれ、ステップbに戻る。

【0097】このとき、ワークエリア内の状態は、図27に示すように、ノード1の親ノードは[0]で、起点からの経路長は115となっている。

【0098】同様の処理が、 $P=4$ 、すなわちノード3までくり返され、この時点で図23の(4)が得られ、ワークエリアの内容は図29に示すものとなる。

【0099】 $P=5$ となり、ノードが[16]になると、[16]にリンクしているパスはいずれも起点からのツリーに接続していない。そこで経路ベクトルの最終要素の後に[16]を接続し、Pの値を更新する。

【0100】これは続くノード[14]、[15]についても同様であり、ノード[15]についての検討が終了した時点での経路ベクトルのワーク状態は、 $X2 = (1, 2, 7, 3, 16, 14, 15, 10, 9, 8, 11, 12, 13, 4, 5, 6, 16, 14, 15)$ となる。

【0101】これは、本ネットワークを構成する論理木として、 $X2 = (1, 2, 7, 3, 10, 9, 8, 11, 12, 13, 4, 5, 6, 16, 14, 15)$ と同値である。つまり、論理木として成立するベクトルのみを無駄なくサーチしてしているわけである。

【0102】以上の操作を $P=17$ までくり返すと( $P=17$ までの途中過程における経路選択のようすを図24、図25、図26に示す)、図27に示すように、終点であるノード[16]が論理木に接続され、起点[0]からの経路が成立する。

【0103】この時のワークテーブルは図30に示す通りとなっており、ノード[0]からノード[16]までの経路長は415であり、その経路は、[0]→[2]→[7]→[10]→[16]の順となる。

【0104】以上の処理は、経路ベクトルX2の順に作成する論理木において、起点と終点を結ぶ最短経路を与えることは明らかである。また1つのノードが高々「C1」本のノードを有するとすると、 $C1 \times (N + C2)$ (回)の検討で最短経路を生成することが可能となる。ここで、C2は、検討過程において、ツリーに接続できなかったノードで、並び順を保持するスタックへ格納されるノード数である。

15

【0105】一般に、 $C2 < C3 \times N$ であるから、総合的な検討回数は、 $C1 \times (N + C2) < C1 \times (N + C3 \times N) = C1 \times ((1 + C3) \times N) = C4 \times N$ となる(但し、 $C1, C2, C3, C4 < N$ である)。

【0106】これは、十分大きな $N$ に対しては、 $N$ のオーダーの検討回数で、ある経路ベクトルが生成する論理木における起点、終点の最短経路を決定できることを示している。

【0107】なお、上記の処理において、一方通行や右/左折禁止などを考慮する場合は以下のように行う。

【0108】すなわち、新たなベクトル並びが生成されるたびに、経路定義テーブル53や右/左折禁止情報テーブル54を参照し、ベクトル並びに禁止されている経路が存在する場合は、当該ベクトルによる探索を中止

$$\begin{aligned} C^1(P_{(1)-(16)}) &= C(P_{(1)-(2)}) + C(P_{(2)-(8)}) + C(P_{(8)-(9)}) \\ &\quad + C(P_{(9)-(14)}) + C(P_{(14)-(15)}) \\ &= 145 + 68 + 60 + 73 + 39 \\ &= 385 \end{aligned}$$

となる。ただし、この例におけるコストは、各経路の最短実距離である。

【0113】次に、ステップDからGまでの処理を $N^2$ 回くり返す。

【0114】ステップDでは、経路ベクトル $X1$ の内容を、次のように少し変更させる。

【0115】まずステップDにて、1からノード数16の間において一様に分布する、整数の乱数 $i, j$  ( $i < j$ )を生成する。

【0116】次に、 $X1$ のベクトルの要素の並び順の $i$ 番目から $j$ 番目までの並び順を逆にして、新しい経路ベクトル $Y (= X2)$ を作成する。

【0117】本例では、 $i = 3, j = 10$ であるから(図21)、ベクトルの要素の並び3番目のノード〔8〕から、10番目のノード〔7〕を並べ替えることにより、 $Y (= X2) = (1, 2, 7, 3, 16, 14, 15, 10, 9, 8, 11, 12, 13, 4, 5, 6)$ を得ている(説明の都合上、上記で探索した $X2$ ベクトルと同じにして)。

【0118】次にステップEにて、前記処理が行われ、図21に示す、 $X2$ に対する最適経路、〔0〕→〔2〕→〔7〕→〔10〕→〔16〕が決定される。この場合のコストは、上記のように「415」であり、 $X1$ に対するコストよりも大きな値になっている。

【0119】ステップFでは、 $X1$ と $X2 (= Y)$ を以下のように比較し、最適解に近い経路ベクトルを決定する処理を行う。

【0120】まず、0.0から1.0までの間で、一様に分布する実乱数 $a$ を生成する。ここでは、例えば $a = 0.750$ が得られたものとする。

【0121】次に、温度を決定する関係式、上記の数式(6)において、 $\Delta = 100.0, c = 2$ とすると、 $i$

16

し、再度、新たなベクトルを生成し、探索を継続する。

【0109】次に、図16の処理の流れについて、図21および図22を参照して説明する。ステップAにて、ランダムな初期ベクトルとして、 $X1 = (1, 2, 8, 9, 10, 15, 14, 16, 3, 7, 11, 12, 13, 4, 5, 6)$ が並べられているとする。

【0110】そして、ステップBにて、図20の上記した処理が行われ、 $X1$ における最適経路が、〔0〕→〔2〕→〔8〕→〔9〕→〔14〕→〔16〕と生成される。

【0111】図19より、このときの経路コスト $C^1(P_{(1)-(16)})$ は、

【0112】

【数7】

$$\begin{aligned} &= 1 \quad (i \text{ は、探索回数}) \text{であるから、} T = 100 / \log(1+2) = 209.5 \text{となる。} \\ &【0122】次に、数式(7)より、} \exp(-415 - 385) / 209.5 = 0.867 > a = 0.750 \text{となる。} \end{aligned}$$

【0123】この結果、 $X2 (= Y)$ は、コストが $X1$ に比べ大きいにもかかわらず、最適解を与える経路候補のベクトルとして採用される。

【0124】次のくり返し処理過程においては、図21に示されるように、〔0〕→〔2〕→〔7〕→〔10〕→〔16〕なる経路が、 $X3$ に対する最適経路として決定され、 $X2$ と同じ結果となっている。

【0125】これは、ステップFにおける判定条件を満足するため、今度は $X3$ が新たな最適解候補となる。

【0126】以上の処理をくり返すことにより、求める経路がしだいに最適解に近づいていき、本例では図22に示すように、わずか5回の探索で最適解に到達している。

【0127】図22に示すように、最適解に到着してからは、他の状態に移行することはない。すなわち、図22～の $X6 \sim X7$ が、 $X5$ にたいして最適解に近いと判断されることはない。

【0128】このように本実施例によれば、極値に停留することなく、少ない探索回数にて、求める最適解に近づいていき、最適経路(この例では最短経路)を決定することができる。

【0129】図31は、上述の最適経路決定により、二点間〔62〕→〔105〕の最短ルート探索を行い、イメージ地図上に、最短ルートをデフォルメして表示したものである。ナビゲーション等に好適なことは、一目瞭然である。

【0130】<2>最適配送計画の立案

ここで再び、図15に示した配送計画立案の処理フローに戻り、最適配送計画の立案手順を説明する。

【0131】次にステップ(ニ)～(リ)によって、目的関数値を最適にする最適配送経路を決定する。

【0132】図32は配送計画の対象道路網を示し、本例では、地点[11]を出発して、以下の16地点を訪れ、地点[12]に戻ってくる、[31]、[62]、[56]、[141]、[151]、[114]、[91]、[8]、[83]、[105]、[177]、[166]、[199]、[220]、[225]、[237]の配送経路を想定している。

【0133】したがって、その経路は、 $16! = 16 \times 15 \times \dots \times 1 > 20 \times 10^{12}$ 通り存在し、高速のコンピュータを用いても、これら全てを調べる列挙法では長時間を要し、実用に耐えない。しかも、現実的には数十～数百の配送地点となるので、従来は経験工学的な手法に頼らざるを得ず、最適決定は放棄されていた。

【0134】まずステップ(ニ)で、訪問順をランダムに作成した、 $X = (31, 62, 56, 141, 151, 114, 91, 8, 83, 105, 177, 166, 199, 220, 225, 237)$ を、ベクトルXとする。

【0135】Xにおける隣接配送地点間には、訪問しない複数の地点と経路が存在するが、上述のように、ステップ(イ)～(ハ)にて、二点間(始点から終点)の最短経路が得られ、図33に示すように、起点ノード(この例では[11])毎に、各配送地点を終点とする最短経路テーブル59が作成されているので、ベクトルに順に起点と終点を選択すれば、各配送地点間の最短経路と実距離は直ちに索引できる。

【0136】図32の太黒の丸印と実線は、ベクトルX

$$F(Y) = \sum T_i$$

となる。

【0143】ここで $T_i$ は地点[i]から[i+1]に移動するのに必要な時間であり、輸送手段の単位時間当り移動距離と、各経路の該当時刻における交通量適合(図13)から求められる。

$$F(Y) = \sum W_m \cdot T_i$$

となる。ここで $W_m$ は地点[i]から[i+1]に移動する場合の積載荷重である。

【0147】「指定時刻偏差最小」の場合は、

$$F(Y) = \sum (TH_i - TP_i)^2 \quad (i=1, \dots, n) \quad \dots (11)$$

となる。ここで $TH_i$ は、地点[i]の納期時刻、 $TP_i$ は[i]の計画到着時刻である。この式は所望の配送時刻に対する時間的なズレを定量化したものである。

【0149】「配送距離最小」は渋滞等の交通状況を考

$$F(Y) = \sum L_i$$

となる。ここで $L_i$ は地点[i]から[i+1]までの実距離であり、図34の最短経路テーブルを索引することにより求めることができる。

に基づいて作成された、ネットワーク上の実経路を示したものである。これはベクトルXの並びでの最適配送経路である。厳密には、最短経路を基に、目的情報のコストを最小化(この例では最小時間)する、Xの並びでの最適化経路で、詳細は後述する。

【0137】ステップ(ホ)では、計画検討繰り返し処理用ポイントKに、1から配送地点数の3乗値、すなわち $16^3 = 4096$ を設定する。

【0138】ステップ(ヘ)では、ベクトルXを少しだけ変化させた計画ベクトルYを生成するため、1から16の範囲の整数である、2種類の乱数 $i_1, i_2$ ( $i_1 < i_2$ )を発生させる。ここで、 $i_1=2, i_2=6$ の場合、ベクトルXの2番目から6番目の訪問順を全て入れ替える。これは遺伝的アルゴリズムにおける遺伝子方向逆転の変異オペレーターと等価な操作である。

【0139】この結果、 $Y = (31, 114, 151, 141, 56, 62, 91, 8, 83, 105, 177, 166, 199, 220, 225, 237)$ が生成される。

【0140】YはXを構成する要素のうち5か所を変更したことになるが、配送ルートを考えると地点[114]と[62]が入れ替わっただけであり、大きな変更にはならないように処理されている。これは、 $i_1, i_2$ がどのような値であっても、訪問地点の変更は2か所になるよう工夫されているからである。

【0141】ステップ(ト)では、新たに生成された計画ベクトルYおよびXの目的関数値、 $F(Y)$ と $F$

(X)が演算される。本例では、目的関数が「配送時間最小」であるから、

30 【0142】

【数8】

( $i=1, \dots, n$ )  $\dots (9)$

【0144】以下、図14に示した目的関数情報の定義を説明する。

【0145】「エネルギー最小」の場合は、

【0146】

【数9】

( $i=1, \dots, n$ )  $\dots (10)$

【0148】

40 【数10】

慮しない場合の「配送時間最小」と等価であり、

【0150】

【数11】

( $i=1, \dots, n$ )  $\dots (12)$

【0151】「納期余裕時間最大」の場合は、指定納期時刻に対し、できるだけ先行して配送したいニーズであるから、

【0152】

$$F(Y) = \sum (TH_i - TP_i)$$

を最大にすればよい。TH<sub>i</sub>とTP<sub>i</sub>は「指定時刻偏差最小」と同様である。

【0153】以上のように、様々なニーズに対応させて目的関数を定めることにより、ユーザが望む配送計画の最適解を容易に決定できる。

【0154】ステップ(チ)では、全開の最適計画候補ベクトルXと、Xを少しだけ変化させたベクトルYと、いずれが最適解に近いかが判定する。

【0155】図34は、「配送時間」、「エネルギー」、「指定時刻偏差」の目的関数値の推移を例に、最適値(OPT)決定の方法を概念的に示したものである。

【0156】配送時間を例にとると、ベクトルXの目的関数値が、F(X)=320、ベクトルYの目的関数値が、F(Y)=340であるから、経験的にはベクトルXの方が配送時間に関しては優れ、Xの方が最適解に近いと考えられ易い。

【0157】しかし、このように判断すると、最適解には到達しない。これは実験的に判明した事実であり、同図の拡大部に示すように、最適解ベクトルOPTを求める過程において、一旦、極値のXが生成されてしまうと、少々ベクトルを変化させても極値からの脱出ができず、あらたなベクトルが最適候補になり得なくなるからである。

【0158】そこで、極小値を与えるベクトルXの目的関数値F(X)から、次の極大点Cを乗り越えられるようにすればよい。このため、検討回数が増加するごとに小さくなる温度Tを定義、上記した数式(5)~(7)

により判定基準を変化させる。  
【0159】例えば、本例において、F(X)=320、F(Y)=340、Δ=4.0として、T=4.0 / log(1+2) ≒ 3.6、a=0.00400とすると、exp(-(F(Y)-F(X))/T) = exp(-(340-320)/3.64) = exp(-(2.0/3.64)) ≒ 0.00411 > aとなるから、数式(7)が成立する。

【0160】従って、ベクトルYは最適解に至るルート上にある候補として、ステップ(リ)により、X←Yと置換され、あらたな最適候補となる。

【0161】以上のようにして、図15におけるステップ(ニ)~ステップ(リ)を、配送地点数の3乗回、繰り返すことにより、確実に最適解に到達できる。

【0162】なお、繰り返し回数については、多くの実験によって得た値であり、どのような状態から検討を開始しても、高々、計画対象数の3乗回の検討を行えば十分である。

【0163】図35は上記処理を行った結果を示し、始点[1]から16の配送地点を巡回して終点[12]に

【数12】

$$(i=1, \dots, n) \dots (13)$$

もどる場合の最小時間配送ルート、OPT=( [31], [62], [56], [237], [225], [220], [199], [177], [166], [151], [141], [114], [105], [83], [91], [8] ) を示している。

【0164】図35の配送ルートは、時間的に変化する交通状況や、道路状況を考慮した上で、配送時間が最も短くなるように計画されている。すなわち、図33のルートに比べ、たとえば、最も混雑する地点[141]、[151]等への訪問タイミングを、比較的空き昼時間帯としながら、無駄なく全配送地点を巡回できる。

【0165】目的関数として「エネルギー最小」を選択した場合、たとえば、配送量の多い地点が[237]と[91]であれば、これらを優先的に、かつ、その経路上の他の配送地点に立ち寄りながら巡回する、効率のよい配送経路が立案される。

【0166】図44は、最適配送ルートをイメージ地図に重畳して表示した例であり、目的情報(本例では「納期内最短経路」)も表示されている。本画面を印刷装置6によりペーパー地図化すれば、そのまま、配送車の運行に利用できる。

【0167】以上に説明してきた最適経路の決定は、ニューロまたはシミュレーテッドアニーリングあるいは遺伝的アルゴリズムを用いて実現しうるが、他のオペレーションズリサーチや人工知能的手法を用いても可能である。

【0168】次に、本発明の第2の実施例を説明する。

【0169】図1の配送管理装置1で決定された配送計画を実行中に、予期しない事故や渋滞で計画に狂いがでた場合、実情に即して見直しする必要がある。

【0170】図36は、実行中の配送計画を修正する場合の処理フローを示している。

【0171】いま、最適配送経路で巡回し、配送地点で配送するたびに、輸送手段から配送管理装置1に到達地点と時刻が報告されてくる。この報告は電話でもよいし、GPS(人工衛星による位置管理システム)等による輸送手段位置情報の自動検出でもよい。

【0172】これらが設定装置4を介して、外部情報入力加工手段11に入力されると(ステップA)、配送情報テーブル56(図12)を検索し、当該配送地点の納期予定時刻に対する偏差が、一定値以上か判定する(ステップB)。

【0173】この結果、一定値以上であれば、当該配送地点を始点とする残りの配送地点について、上記配送情報を満足するような再計画立案を要求する(ステップC)。再計画の起動は、配送計画情報入力手段11より自動的に行われる。もちろん、ユーザが起動してもよい。

【0174】次に、本発明の第3の実施例である地図管理システムを説明する。

【0175】図37は、地図管理システムの構成を示し、地図管理装置21は、図1の地図管理手段7と基本構成は同じになる。

【0176】図38は、地図管理装置21による処理フローを示したものである。このフローにしたがって、図39の上部に示すような2通りの縮尺をもつイメージ地図から、同図の下部に示す道路地図を作成する処理を説明する。

【0177】ステップAで、工場を含む各地点の指定を行い、指定地点の座標設定を行う。ステップBで2地点間の画面上での距離計算を行い、ステップCで、当該地図の代表的な縮尺（スケール）、たとえば、1/10000により実距離に変換して、ステップFで、経路定義テーブルへセットする。ここまでは、図7の処理と同じである。

【0178】次に、ステップDで、他のスケールの設定があれば、ステップEでその地域で指定のある、各2地点間を指定して他のスケールによる実距離に変換し、経路定義テーブルへセットする。さらに、ステップG、Hで、一方通行、左/右折禁止の設定を行う。

【0179】ところで本例は、市街地が1/10000で表され、市街地から離れた工場付近は、1/50000の縮尺で表されている場合であり、しかもこの地域は、入力されたイメージ地図上には、経路決定に必要な道路の一部が新設などのため、必ずしもイメージ地図には存在していないような場合を含んでいる。すなわち、指定される地点はイメージ地図の道路網上とは限らない。

【0180】しかし、本実施例の地図管理装置によれば、かかる場合でも、道路上または道路外に任意に設定された地点と、当該領域の縮尺に応じた経路データを生成し、所望の道路地図を作成することができる。

【0181】従って、一部の地域をデフォルメして描いた手書き地図などを基にして、所望の最適経路をナビゲーションする場合などに好適である。

【0182】さらに、本実施例の地図管理装置21は、所定地域について予め計算して得た、複数の二地点の最短経路テーブル59（図33）を、具備することができる。

【0183】これによれば、ユーザは始点と終点を指示するのみで、図31に示すような最短経路のナビゲーションを得ることができる。

【0184】次に、本発明の第4の実施例である移動体管理システムを説明する。

【0185】図40は、移動体管理システムを示し、移動体管理装置31は図41に示すブロック図のように構成されている。

【0186】図40、図41の位置情報管理装置32

は、車両の現在位置や空車状態などを表示して管理し、配車要求や迎車指示も可能である。移動体指示決定手段35は、位置情報管理装置32からの情報と要求により、要求に最適な移動体の選択指示を決定する。

【0187】図42は、タクシーの配車サービスを例に、移動体指示決定手段35の処理フローを示したものである。ステップAで、現時点の営業中車両の位置と空車状況を把握している。

【0188】図43はこの状況を示し、表示装置5あるいは位置管理装置22にて可視化された、所定地域のサービス可能なタクシーの運行状況である。～の地点で、矢印の向きに空車がある。

【0189】ステップBで、乗客待ち状態、すなわち、配車要求の有無をチェックする。いま、図43の2重丸の地点で、ユーザの配車要求が発生したとする。ステップCで、要求地点と、車両の最短距離を計算し、配車候補として記憶（ステップE）する。順次、各車両の最短距離を計算し、要求地点に近い車両を選択し（ステップD）、最も要求地点に近い車両に配車指示を出力する（ステップF）。

【0190】なお、配車対象車両は、要求地点から所定の半径以内などに限定してもよい。また、距離計算の基準となる道路地図の各地点を、車線毎に設けて進行方向を考慮したり、地点を基準とする線、すなわち、道路の長さ方向のゾーン（地帯）で管理するようにしてもよい。

【0191】さらに、上述の実施例で説明した、二点間の最短経路データを記憶装置2に格納しておけば、より高速な処理が可能になる。

【0192】

【発明の効果】本発明の経路決定方法、装置によれば、イメージ地図から探索に必要な経路データを作成し、距離または時間のより小さい経路を決定できるので、経路探索が市販の地図などを利用して簡単かつ安あがりに行える高価がる。

【0193】本発明の経路決定方法、装置によれば、探索に好適な経路データと、これを用いた最適解の高速探索により、最適経路を決定できるので、

（1）多数の組合せの経路における、二地点間の最短経路が極めて短時間に得られ、ナビゲーション等を容易にする。

【0194】（2）最短時間/指定時刻などの目的に応じて、多数の配送地点の最適配送（訪問）経路が得られ、配送計画の立案が容易になる。

【0195】（3）経路決定には、交通状況や計画の進捗などの外部情報を参照するので、変動する外部状況に対応した柔軟な計画立案や修正が可能になる。

【0196】本発明の地図管理装置によれば、イメージ地図データと経路指定によって、地点間の接続、距離および方向性を含む経路データでなる道路地図を作成でき

るので、

(1)市販の地図や手書きの地図から、経路決定に便利  
な所望の道路地図を、ユーザにも簡単に作成できる。

【0197】(2)経路データに付属して、複数の二地  
点間の最短経路情報を具備するので、所望の二地点を指  
定するのみで即座に、最短経路を出力、表示できる。

【0198】本発明の移動体管理システムによれば、経  
路データをもつ地図間理装置と移動体の位置管理装置を  
具備しているので、要求地点から最短経路にある移動体  
を選定して指示できるので、複数移動体の効率的な管理と  
サービス向上の効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による配送管理装置の構  
成を示すブロック図。

【図2】配送計画立案装置のハード構成図。

【図3】イメージ地図の画面表示図。

【図4】経路データ生成の処理手順を示すフローチャ  
ート。

【図5】指定地点の座標データを記憶する地点情報テー  
ブル。

【図6】経路データに、双方向、一方向および右/左折  
禁止の方向性を付加する方法を説明するための説明図。

【図7】地点間の実距離を取り込む手順を示すフロー  
チャート。

【図8】経路定義テーブルPATHLの一例を示すテー  
ブル。

【図9】右/左折禁止情報テーブルと、その設定を説明  
する概念図。

【図10】イメージ地図に、経路データによる道路地図  
を重畳表示した画面表示図。

【図11】経路定義テーブルから変換したネットワーク  
定義テーブル。

【図12】配送情報を記憶するテーブル。

【図13】交通状況の経路別パターンを示す交通量・時  
間グラフ。

【図14】目的関数情報を記憶するテーブル。

【図15】配送管理装置の計画立案の手順を示すフロー  
チャート。

【図16】二地点間の最適(最短)経路決定方法の処理  
手順を示すフローチャート。

【図17】最適経路への収束状況を説明する説明図。

【図18】二地点間の最適経路決定方法を説明するた  
めの模擬ネットワーク図。

【図19】経路定義テーブルを目的関数情報により変換  
したコストテーブル。

【図20】経路探索/評価論理の処理手順を示すフロー  
チャート。

【図21】最適経路決定の検討推移を概念的に説明する  
模式図。

【図22】最適経路決定の検討推移を概念的に説明する

模式図。

【図23】経路探索/評価の検討推移を概念的に説明す  
る模式図。

【図24】経路探索/評価の検討推移を概念的に説明す  
る模式図。

【図25】経路探索/評価の検討推移を概念的に説明す  
る模式図。

【図26】経路探索/評価の検討推移を概念的に説明す  
る模式図。

10 【図27】経路探索/評価の検討推移を概念的に説明す  
る模式図。

【図28】経路探索/評価のツリー生成状況を示すワー  
クテーブル。

【図29】経路探索/評価のツリー生成状況を示すワー  
クテーブル。

【図30】経路探索/評価のツリー生成状況を示すワー  
クテーブル。

【図31】二点間の最短ルート探索結果をイメージ地図  
上に識別表示した画面例。

20 【図32】配送計画立案手段で初期設定されたベクトル  
によるルートの表示例。

【図33】最適経路決定論理により生成された、最短経  
路テーブル(ノード[11])に対する例。

【図34】配送時間、エネルギー、指定時刻偏差の各目  
的関数値の推移と、最適解収束の原理を説明する説明  
図。

【図35】配送計画立案手段で最終決定されたベクトル  
による最適ルートの画面表示図。

30 【図36】本発明の第2の実施例による、計画実行中  
での再計画立案を処理するフローチャート。

【図37】本発明の第2の実施例による地図管理装置の  
構成を示すブロック図。

【図38】地図管理装置の動作を説明するフローチャ  
ート。

【図39】手書き地図と、本地図管理装置により作成し  
た道路地図を示す画面表示図。

【図40】本発明の第3の実施例による移動体管理シス  
テムの構成を示すブロック図。

40 【図41】移動体管理装置の具体手続構成を示すブロッ  
ク図。

【図42】移動体管理装置の処理手順を示すフローチャ  
ート。

【図43】移動体管理装置の適用例であるタクシー配車  
を説明する画面表示図。

【図44】最適配送ルートをイメージ地図に重畳表示し  
た画面表示図。

【符号の説明】

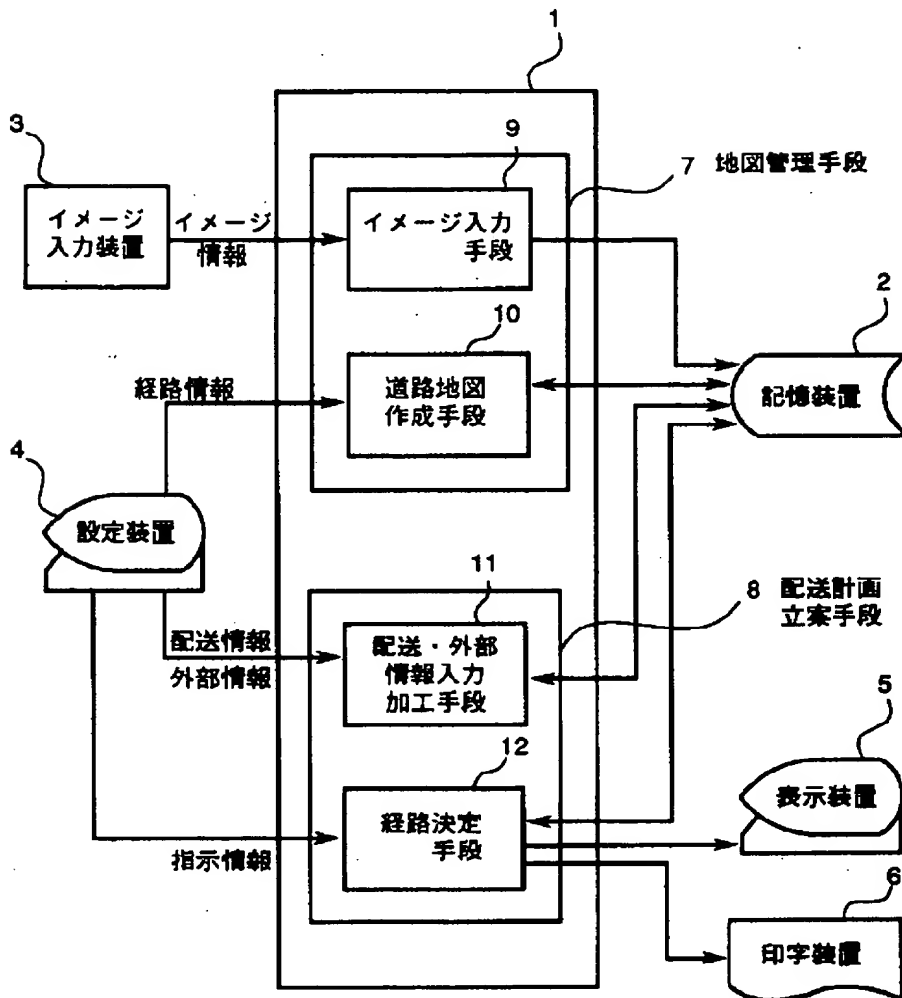
1…配送管理装置、2…記憶装置、3…イメージ入力装  
置、4…設定装置、5…表示装置、6…印字装置、7…  
地図管理手段、8…配送計画立案手段、9…イメージ入

力手段、10…道路地図作成手段、11…配送情報／外部情報入力加工手段、12…経路決定手段、21…地図管理装置、31…移動体管理装置、32…位置管理装

置、33…移動体管理手段、34…移動体管理情報入力加工手段、35…移動体指示決定手段。

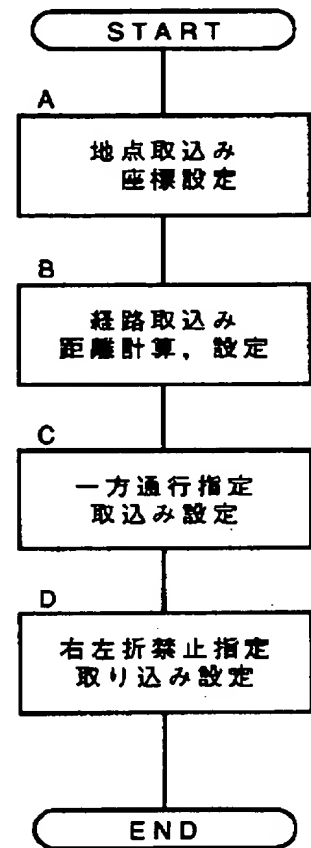
【図1】

図 1

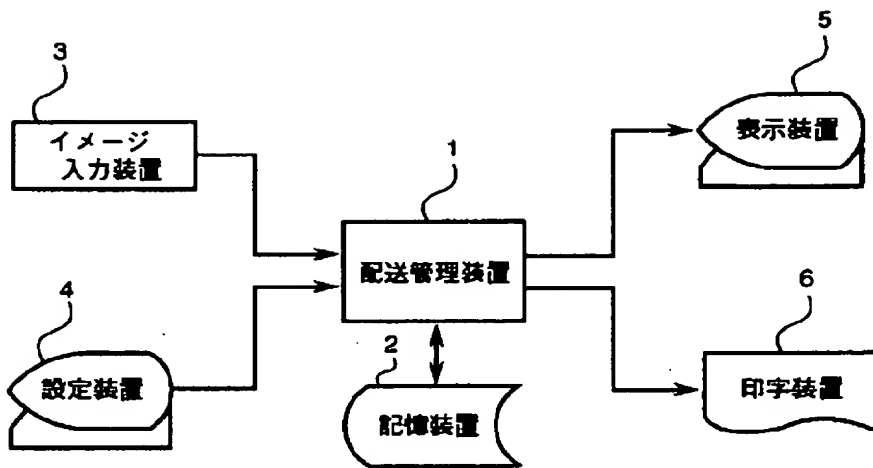


【図4】

図 4



【図2】

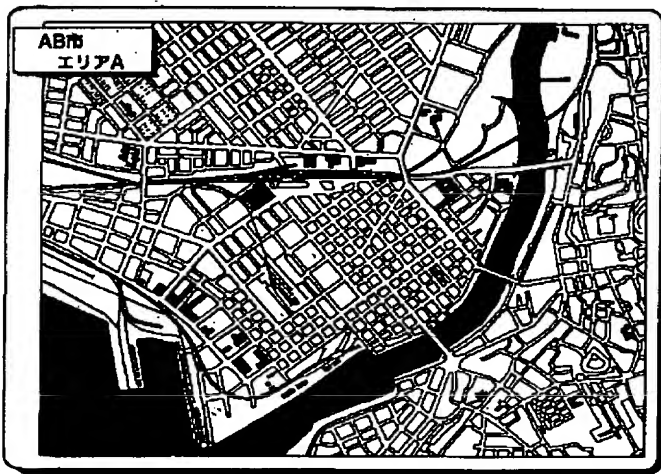


図

2

【図3】

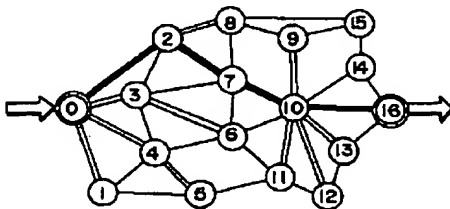
【図5】



【図27】

図27

(17) ルート成立



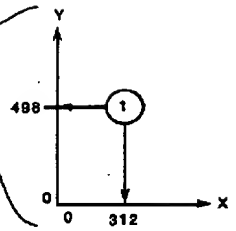
X2 = ((1, 2, 7, 3, 16, 17, 15, 10,  
9, 8, 11, 12, 13, 4, 5, 6),  
16, 14, 15)

図 5

地点情報テーブル

	X	Y
1	312	498
2	1241	2350
3	211	386
4	2188	125
5	1718	95
6	3519	319
7	98	92
8	999	1234
9	778	3215
10	1215	780
11	1819	1718
12	894	885
13	2410	2441
14	375	2445
15	83	150
...		
27	1251	2883
28	2345	2115
29	1578	892

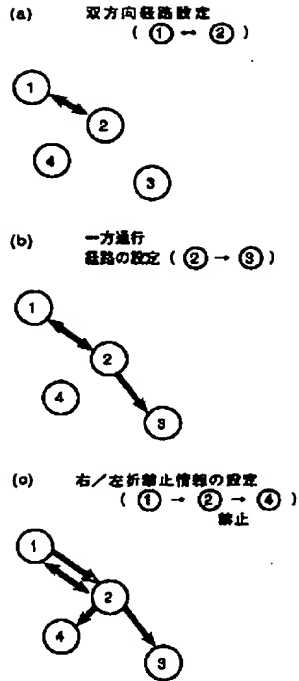
図 3





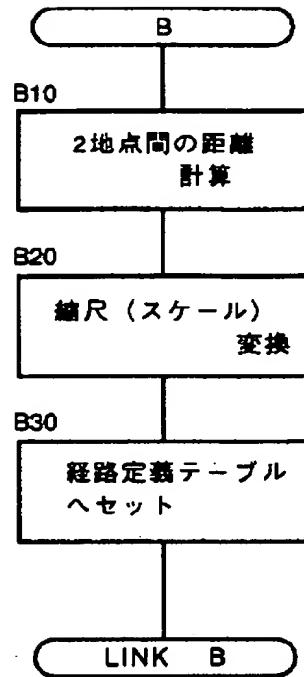
【図6】

図 6

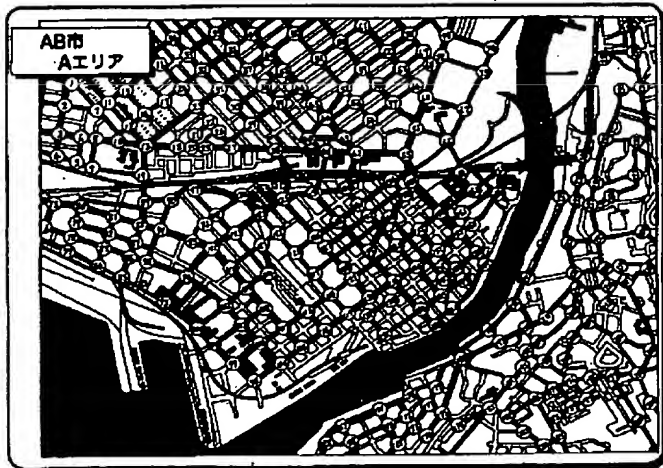


【図7】

図 7



【図10】

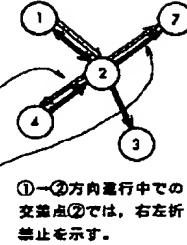


【図9】

図 9

右/左折禁止情報

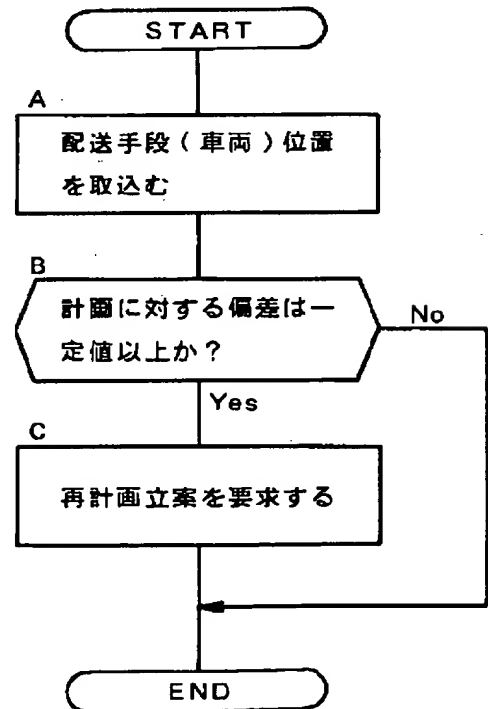
(B-①-④)	54
(1, 1, 1)	0
(1, 1, 2)	0
(1, 1, 3)	0
(1, 1, 4)	0
(1, 1, 5)	0
(1, 1, 6)	0
(1, 1, 7)	0
(1, 1, 8)	0
(1, 1, 9)	0
(1, 1, 10)	0
(1, 2, 4)	1
(1, 2, 5)	0
(1, 2, 6)	0
(1, 2, 7)	1
(239, 239, 238)	0
(239, 239, 239)	0



【図36】

図 36

図 10

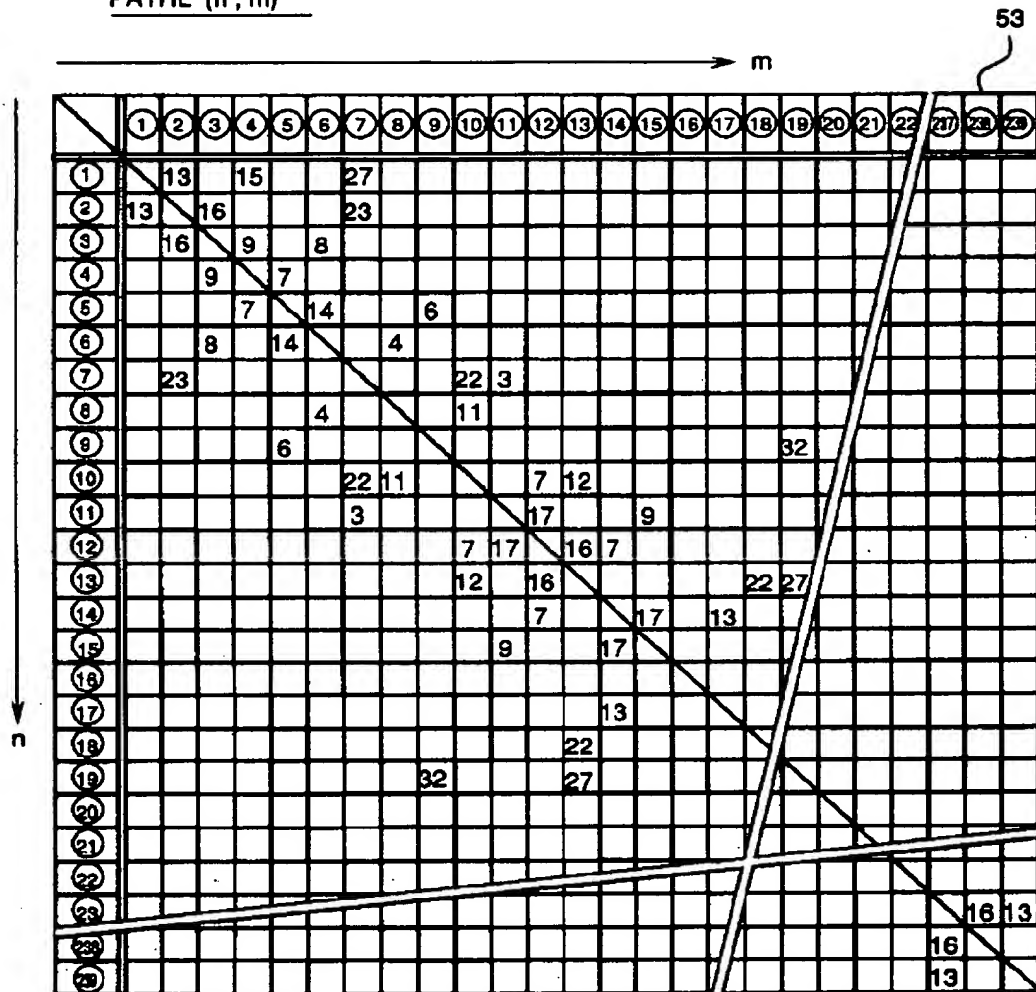


【图8】

**圖 8**

### 経路定義テーブル

PATHL (n , m)



【図11】

図11

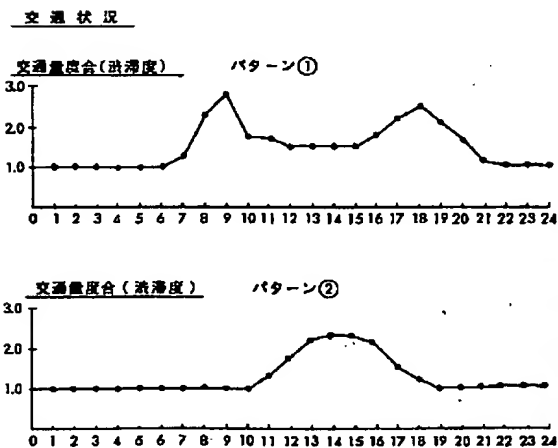
ネットワーク定規テーブル  
NETDEF(1,1)

55

ノード No.	バス数	リンクノード									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	4	1	2	3	4						
1	3	0	4	5							
2	4	0	3	7	8						
3	5	0	2	4	6	7					
4	5	0	1	3	3	6					
5	4	1	4	6	11						
6	6	3	4	5	7	10	11				
7	5	2	3	6	8	10					
8	4	2	7	9	10						
9	4	8	10	14	15						
10	8	6	7	9	11	12	13	14	16		
11	4	5	6	10	12						
12	3	10	11	13							
13	3	10	12	16							
14	4	9	10	15	18						
15	3	8	9	14							
16	3	10	13	14							

【図13】

図13



【図12】

図12

## 配送情報

	地点番号	時刻
始点	11	8:00
終点	12	*

56

	納期時刻	配送量
配送地点	31	*
	62	10:00
	56	*
	141	8:50
	151	*
	114	12:00
	91	*
	8	*
	83	*
	106	12:00
	17	*
	166	*
	195	15:00
	220	*
	225	*
	237	*

【図43】

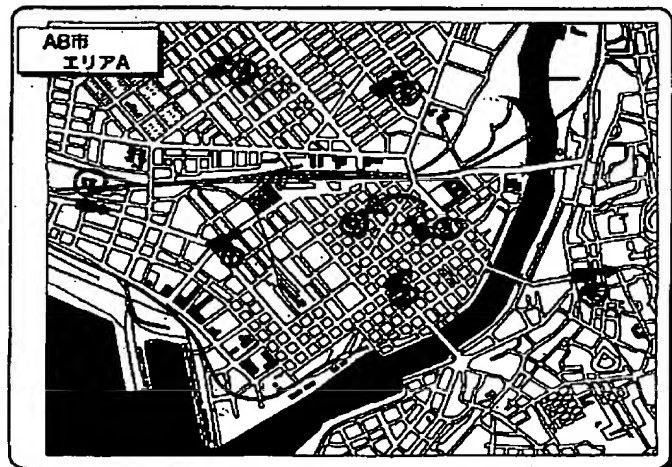


図43

【図14】

図 14

## 目的関数情報

No.	目的関数	指定
1	配送時間最小	*
2	エネルギー最小	
3	指定時刻偏差最小	
4	配送距離最小	
5	納期余裕時間最大	

【図17】

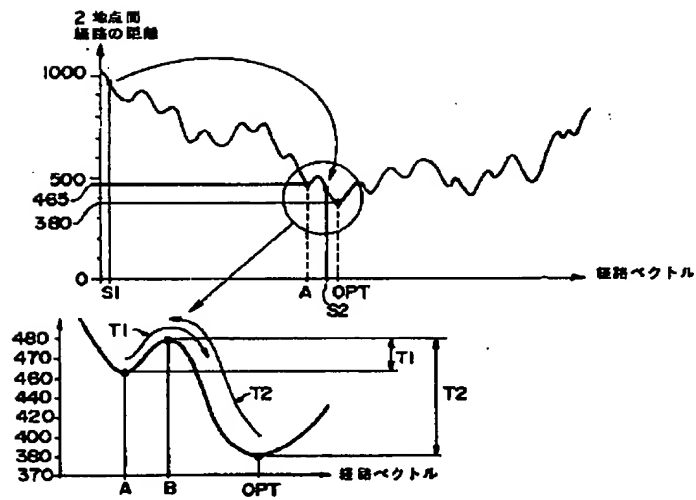
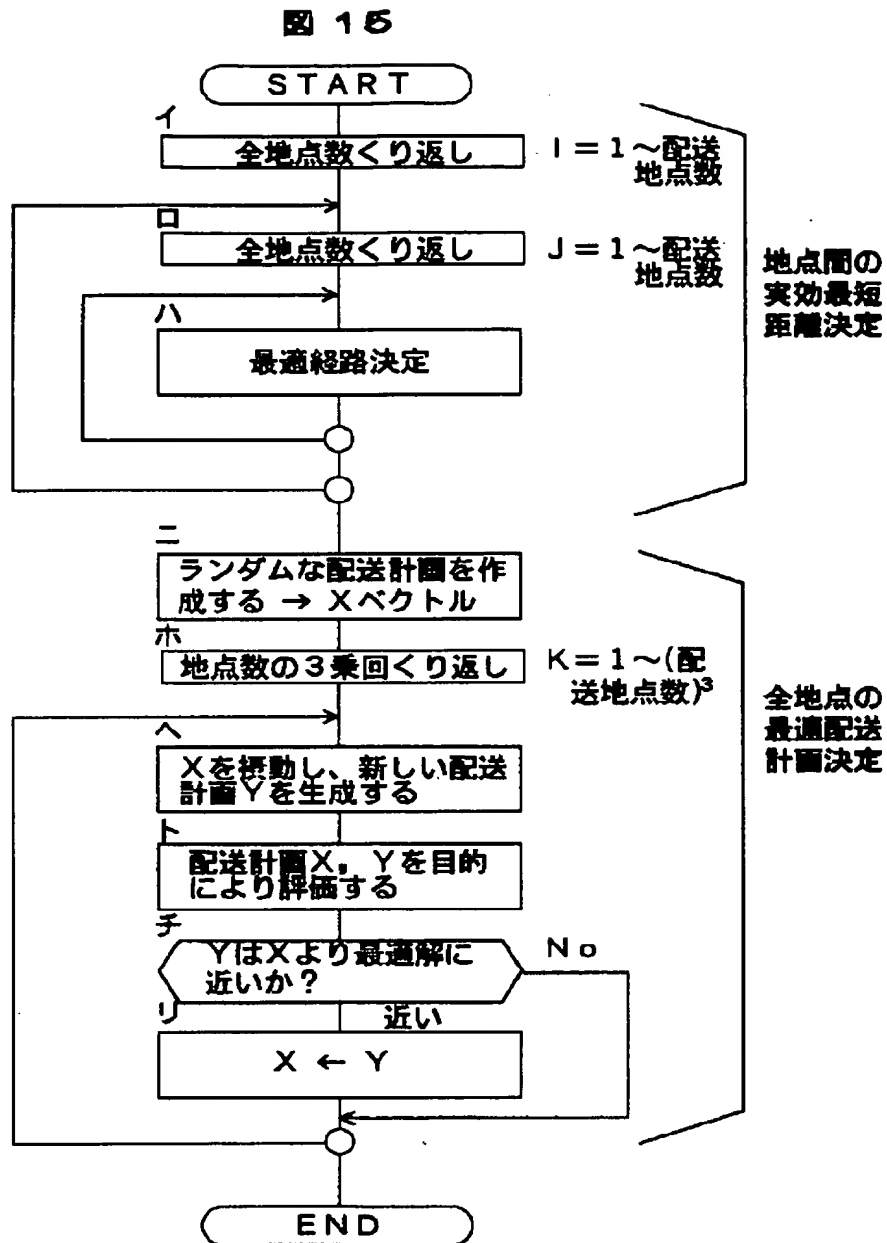


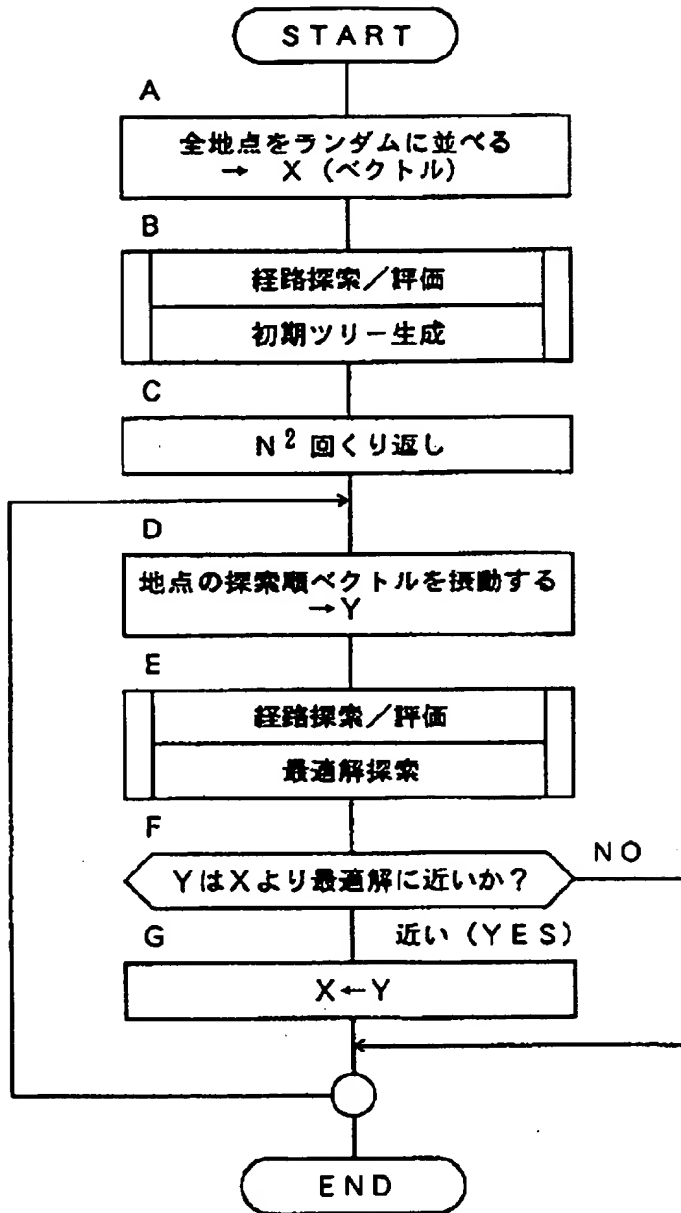
図 17

【図15】



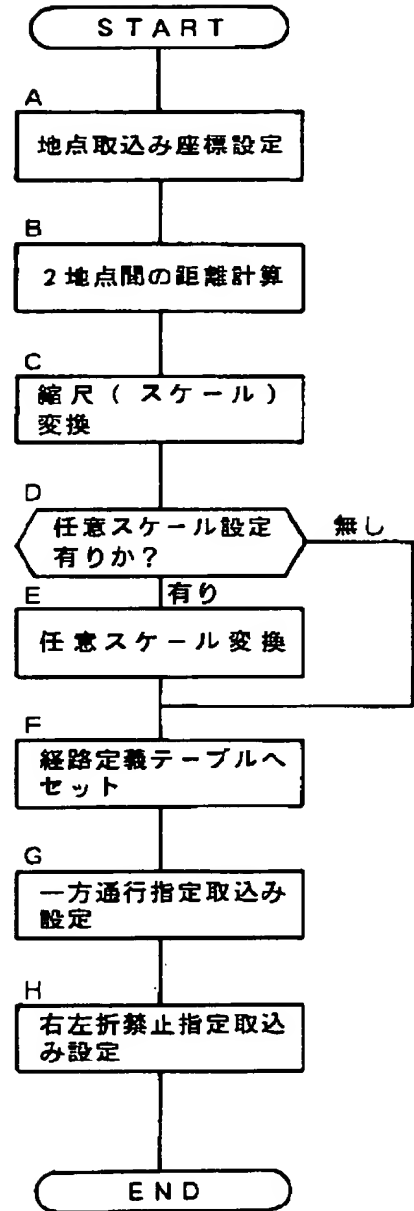
【図16】

図 1 6



【図38】

図 3 8



【図18】

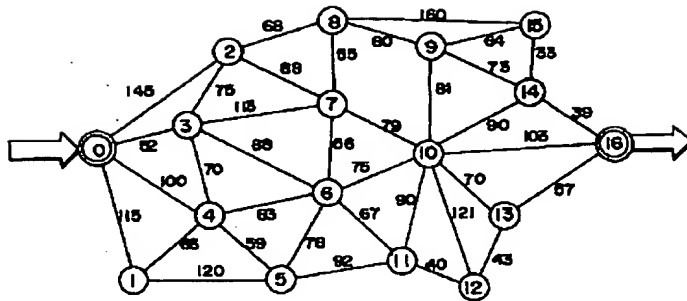


図 18

【図19】

図 19

距離 (コスト) の最小化

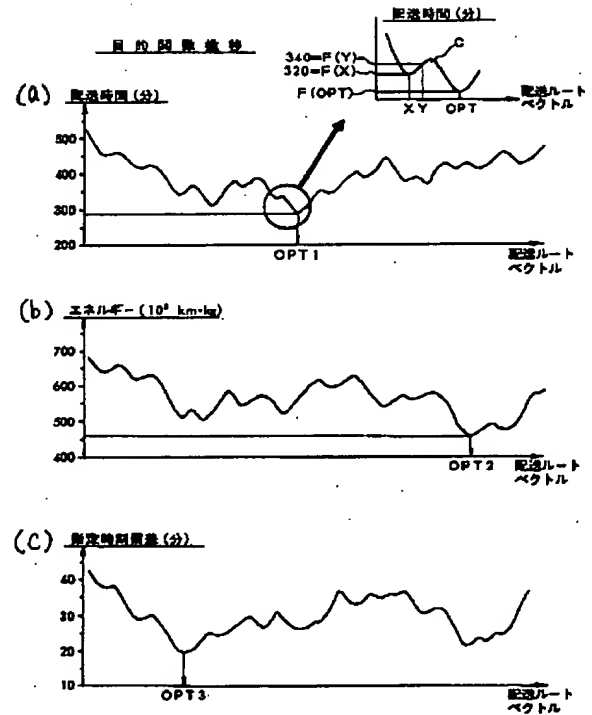
PATHL (n,m)

58

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0		115	145	52	100												
1	115				66	120											
2	145			75			88	68									
3	52		75		70		88	113									
4	100	66	70		59	83											
5		120		59		78				92							
6			88	83	78		56		75	67							
7			88	113		56		55	79								
8			68			55		60								160	
9						60		81							73	64	
10						78	79	81		90	121	70	80				103
11						92	67			90		40					
12										121	40		43				
13										70	43						57
14										73	90					33	39
15										160	64						
16										103						57	39

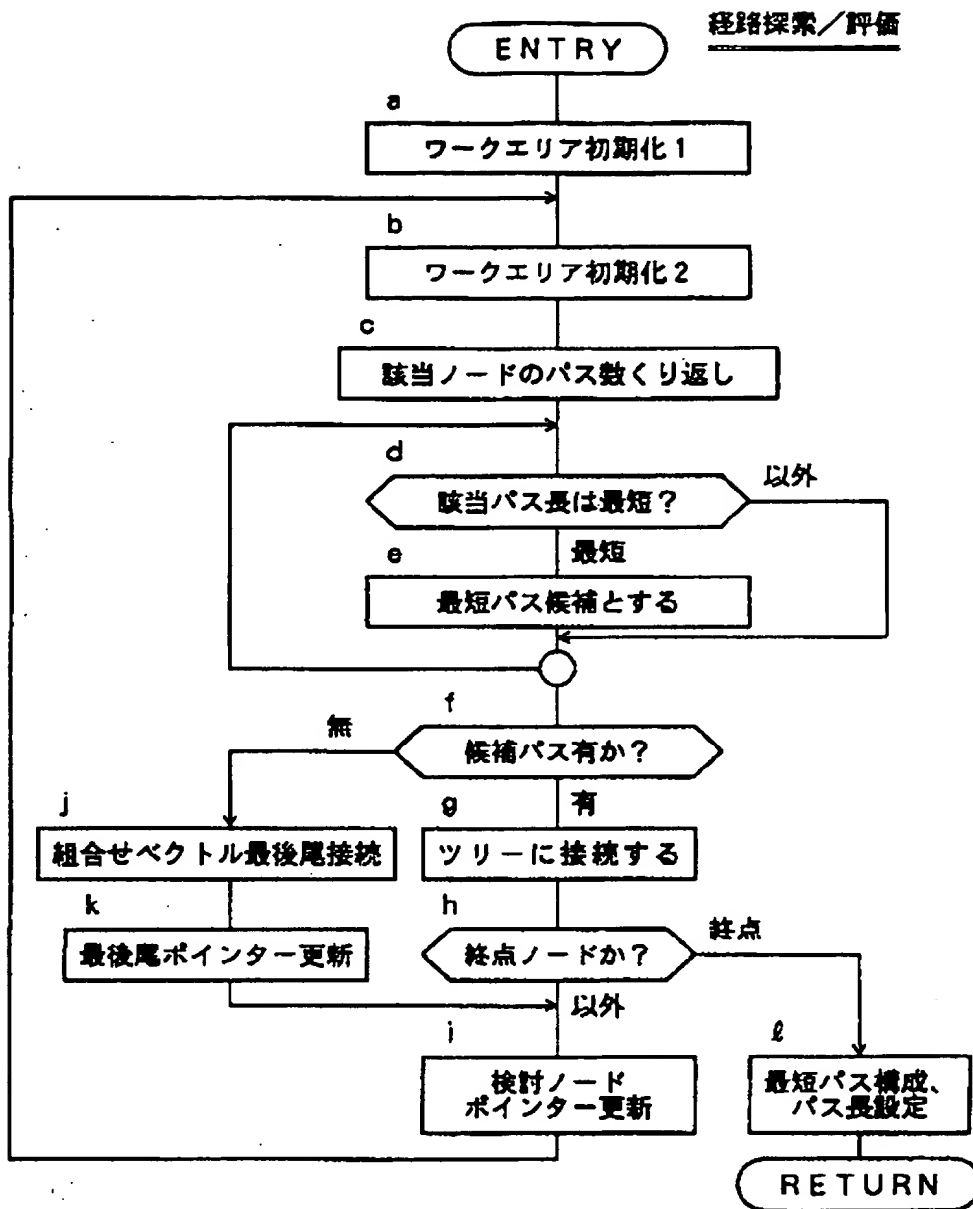
【図34】

図 34



【図20】

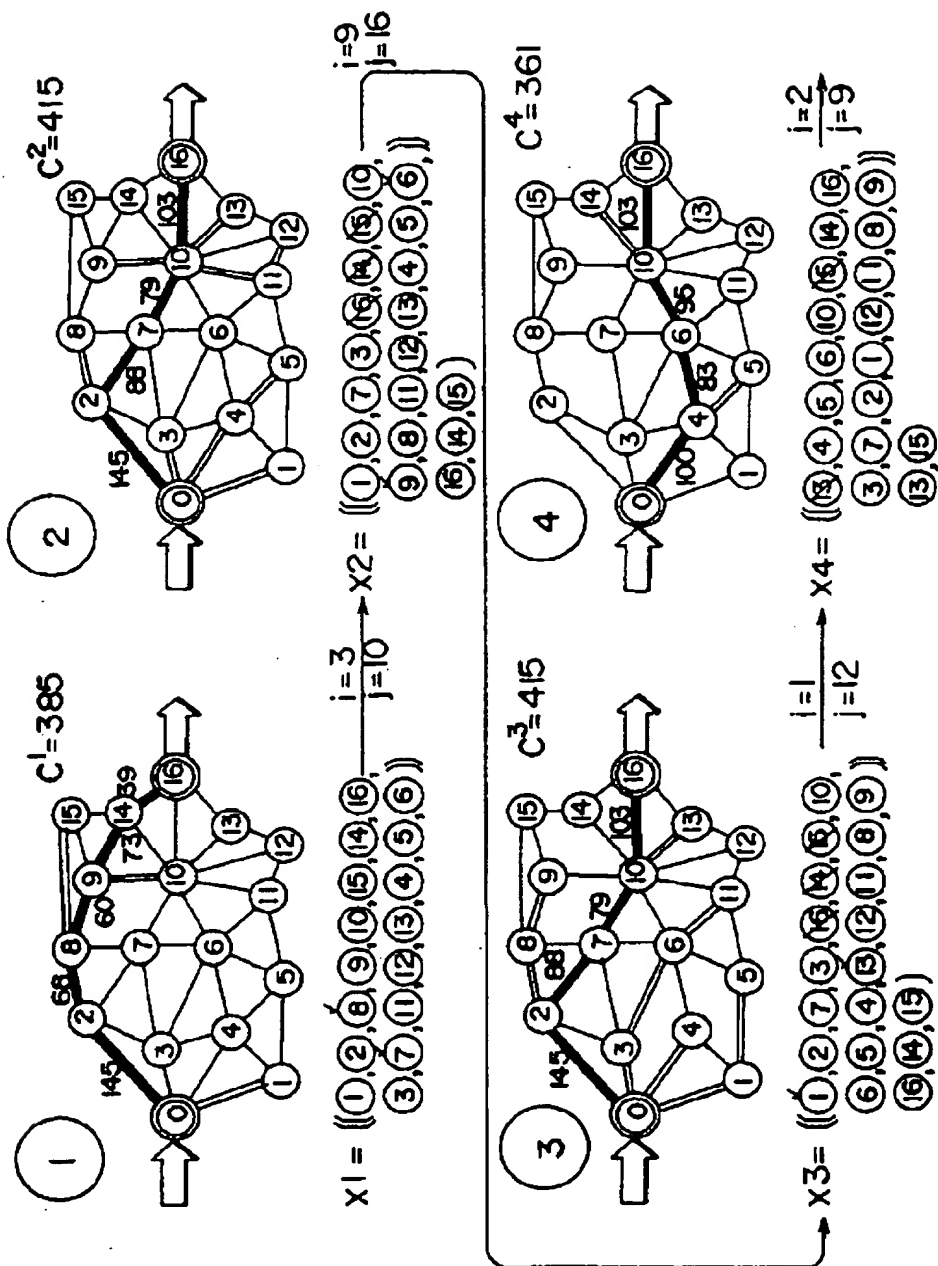
図 20





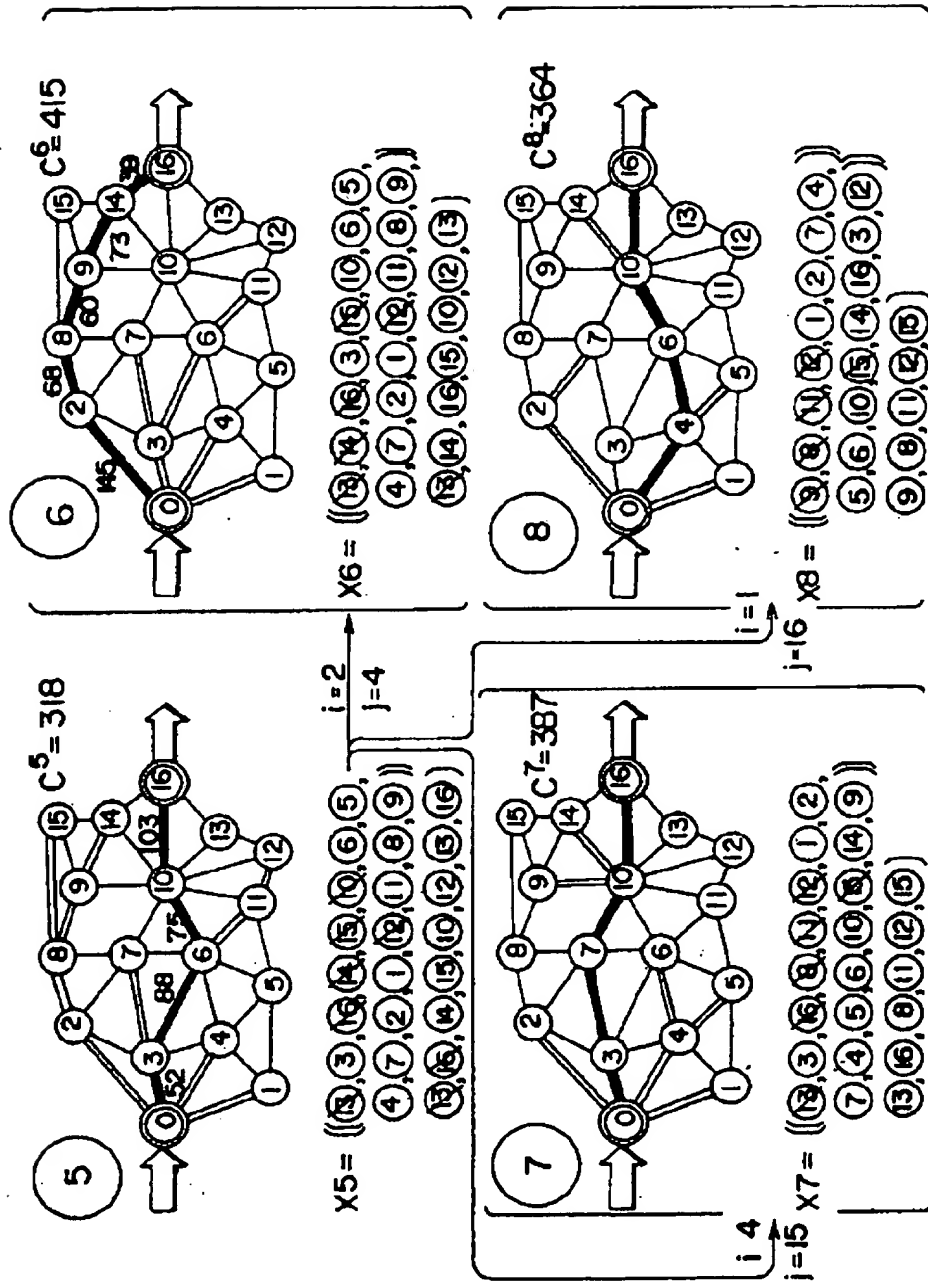
【図21】

図 2 1



【図22】

図22

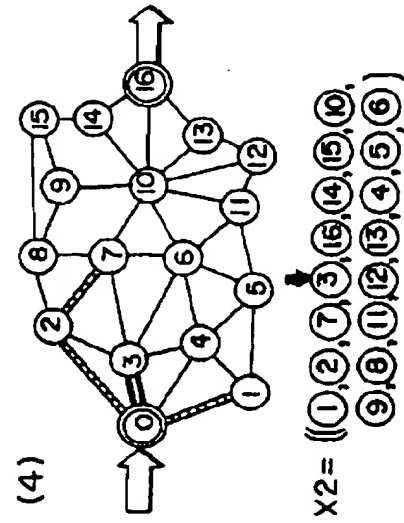
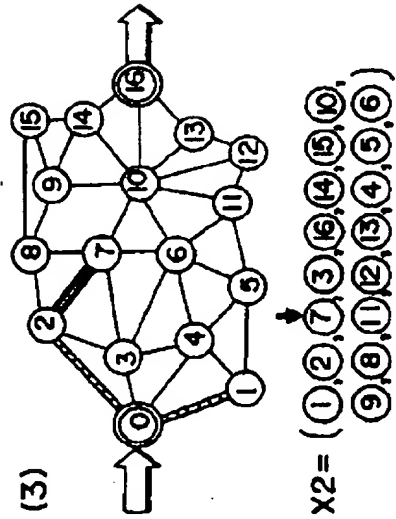
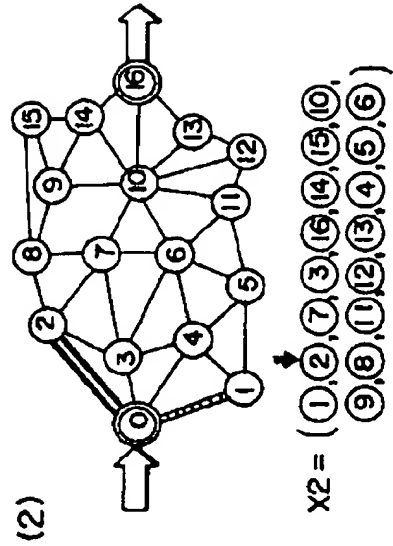
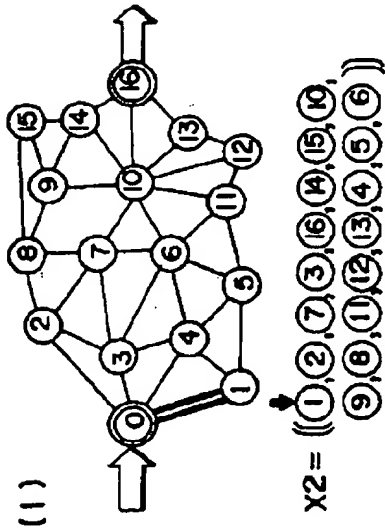


【図23】

図 23

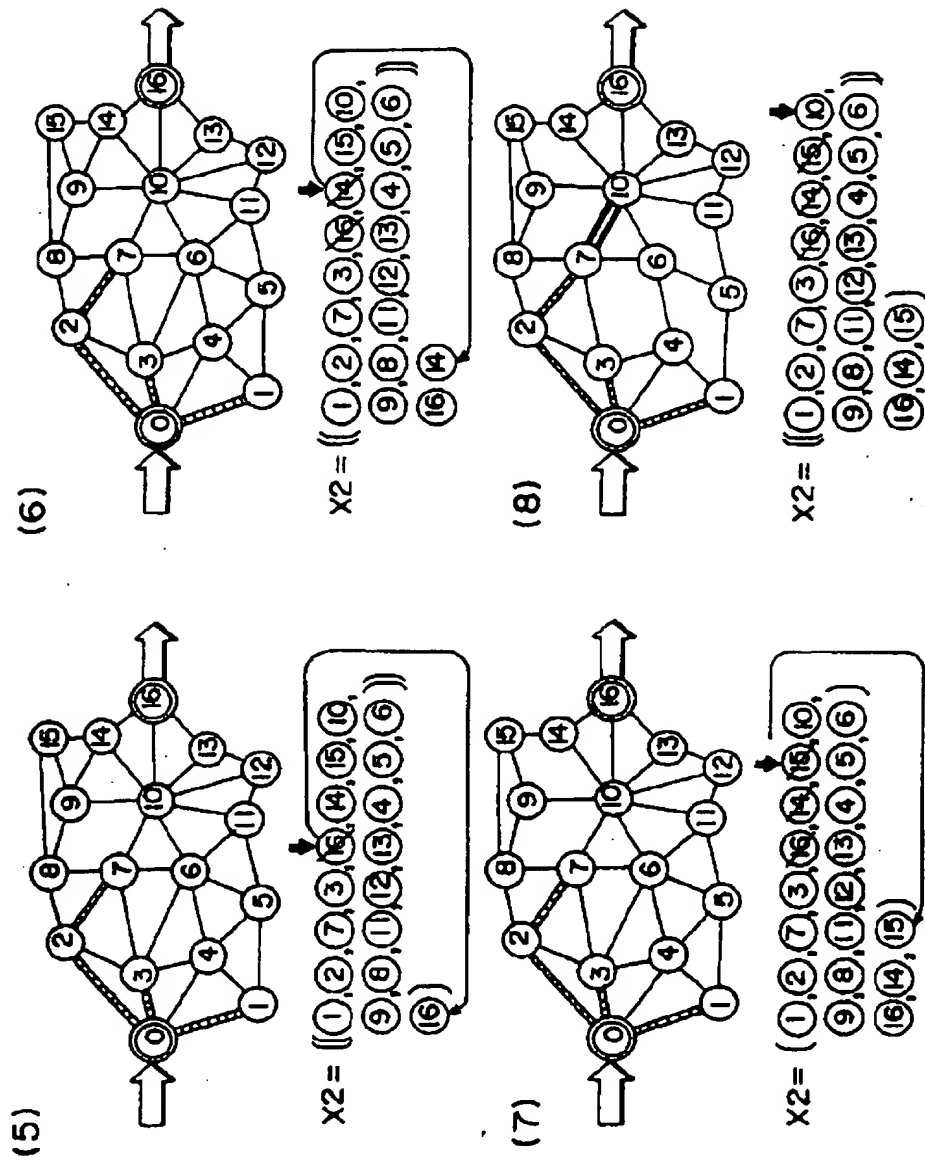
経路ベクトル X2 でのルート生成

X2 の例



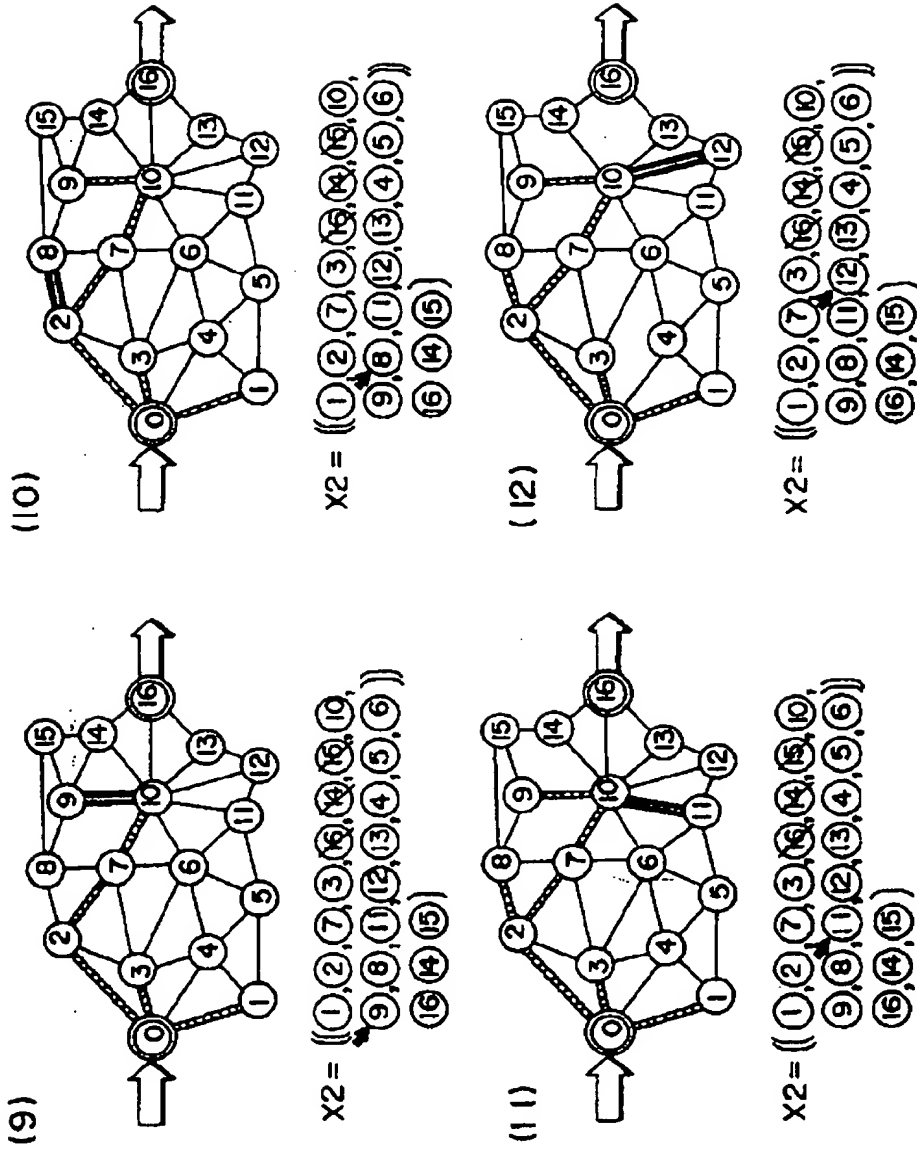
【図24】

図24



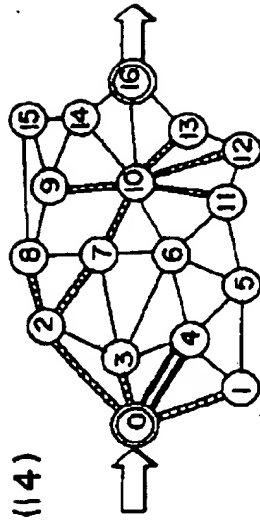
【図25】

図25

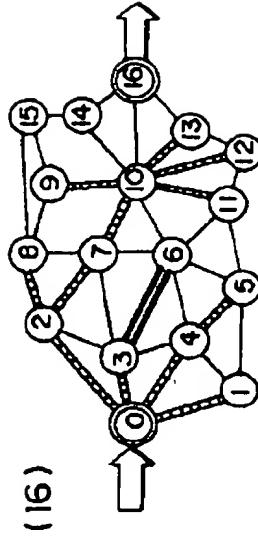


【図26】

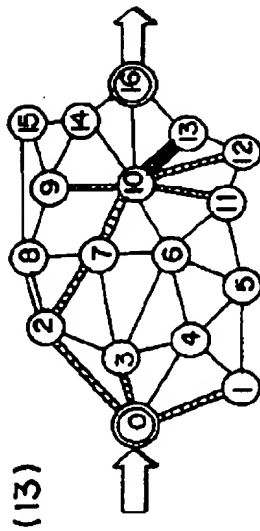
図26



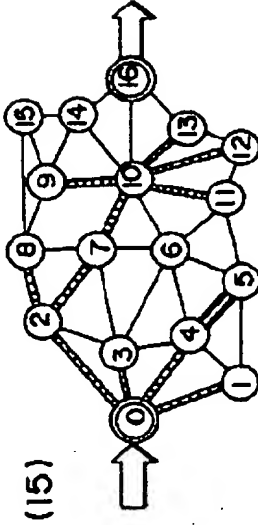
$$x2 = ((1, 2, 7, 3, 16, 14, 10, 9, 8, 11, 12, 13, 4, 5, 6), (16, 14, 15))$$



$$x2 = ((1, 2, 7, 3, 16, 14, 10, 9, 8, 11, 12, 13, 4, 5, 6), (16, 14, 15))$$



$$x2 = ((1, 2, 7, 3, 16, 14, 10, 9, 8, 11, 12, 13, 4, 5, 6), (16, 14, 15))$$



$$x2 = ((1, 2, 7, 3, 16, 14, 10, 9, 8, 11, 12, 13, 4, 5, 6), (16, 14, 15))$$

【図28】

図28

(a) ツリーワークテーブル  
TRWK (I)

ノードNo	親ノード	起点からの パス長
0		0
1	0	115
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

(b) 組合せベクトル

	X (p)
1	1
2	2
3	7
4	3
5	16
6	14
7	15
8	10
9	9
10	8
11	11
12	12
13	13
14	4
15	5
16	6
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
60	
61	
62	
63	
64	

【図29】

図 29

(a) ツリーワークテーブル  
TRWK (2)

ノードNo	親ノード	起点からのパス長
0		0
1	0	1 1 5
2	0	1 4 5
3	0	5 2
4		
5		
6		
7	2	2 3 3
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

(b) 組合せベクトル

	X (p)
1	1
2	2
3	7
→ 4	3
5	1 6
6	1 4
7	1 5
8	1 0
9	9
10	8
11	1 1
12	1 2
13	1 3
14	4
15	5
16	6
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	



【図30】

図30

(a) ツリーワークテーブル  
TRWK (g)

ループ成立	ノードNo	親ノード	起点からのパス量
	0		0
	1	0	1 1 5
	2	0	1 4 5
	3	0	5 2
	4	0	1 0 0
	5	4	1 5 9
	6	3	1 4 0
	7	2	2 3 3
	8	2	2 1 3
	9	1 0	3 9 3
	10	7	3 1 2
	11	1 0	4 0 2
	12	1 0	4 3 3
	13	1 0	3 8 2
	14		
	15		
	16	1 0	4 1 5

(b) 組合せベクトル

	X (p)
1	1
2	2
3	7
4	3
5	<del>1 8</del>
6	<del>1 4</del>
7	<del>1 5</del>
8	1 0
9	9
10	8
11	1 1
12	1 2
13	1 3
14	4
15	5
16	6
→ 17	1 6
18	1 4
19	1 5
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
60	
61	
62	
63	
64	

【図31】

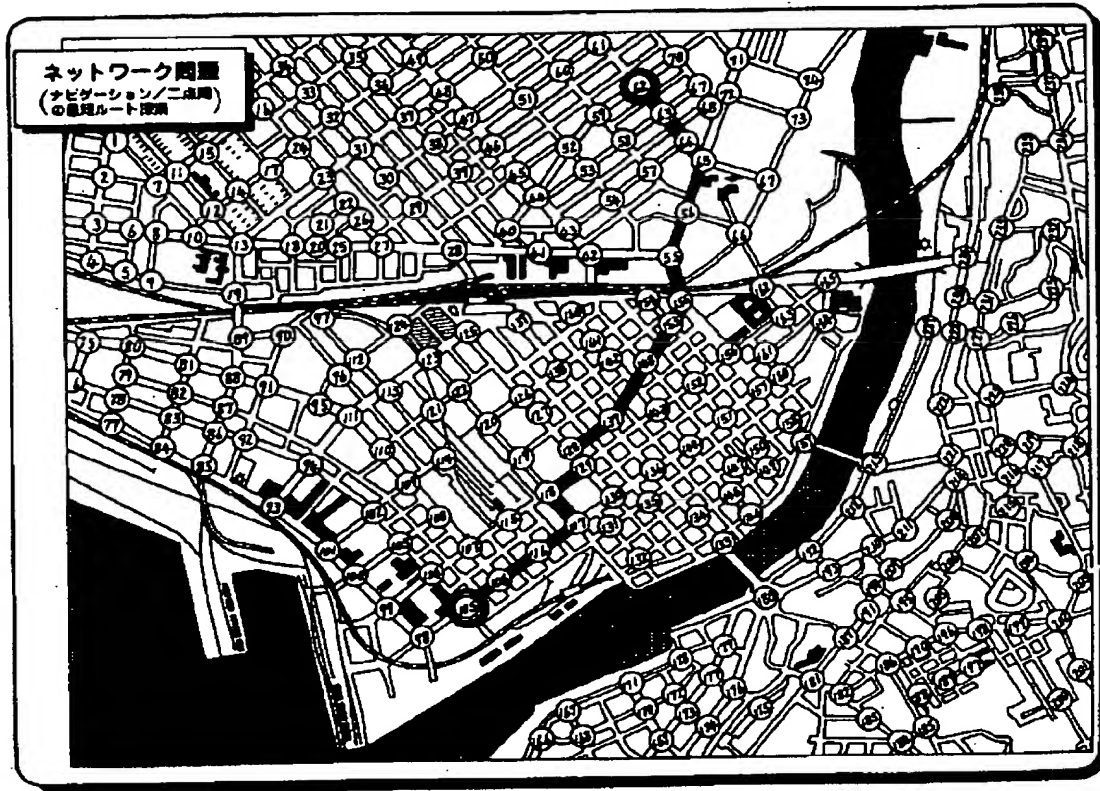
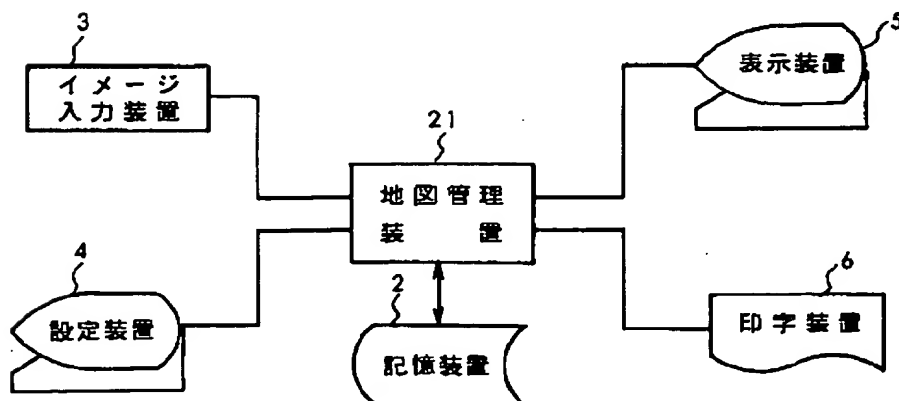


図 31

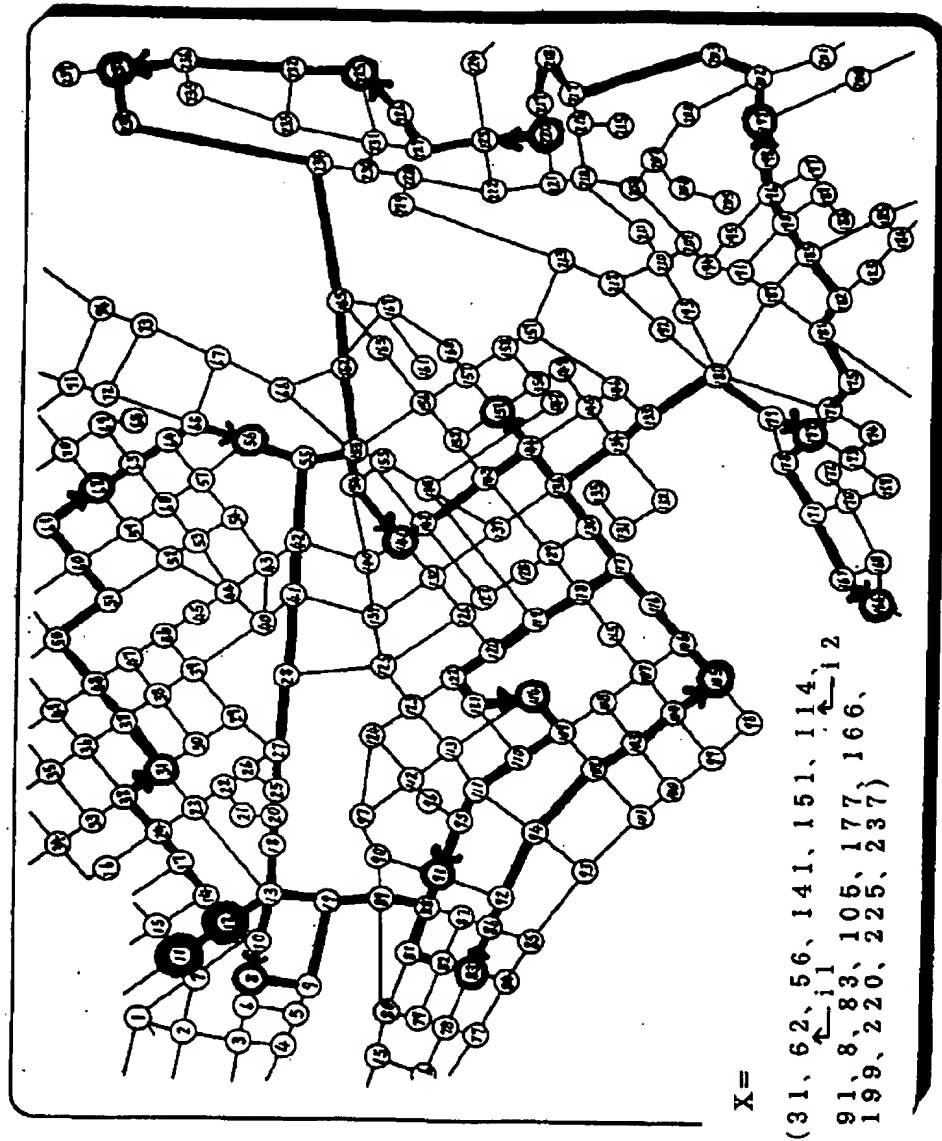
【図37】

図 37



【図32】

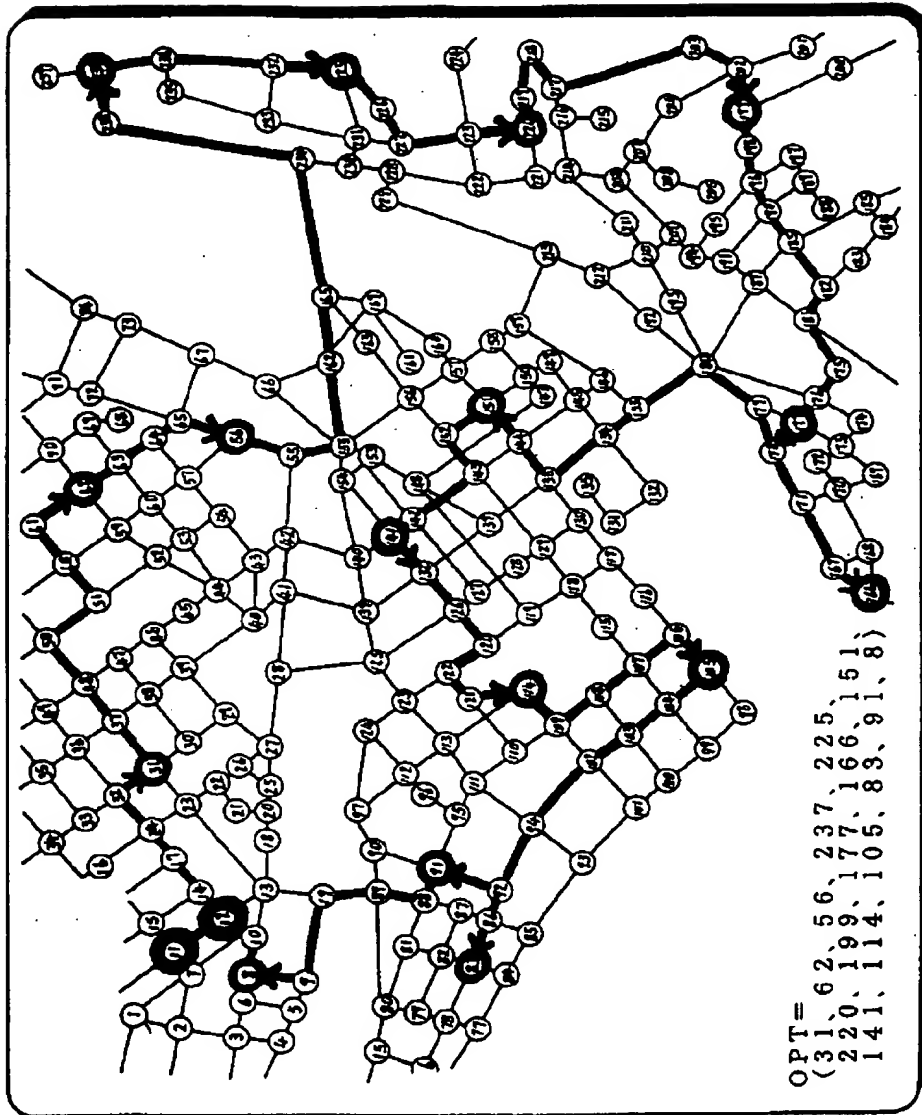
図 3 2





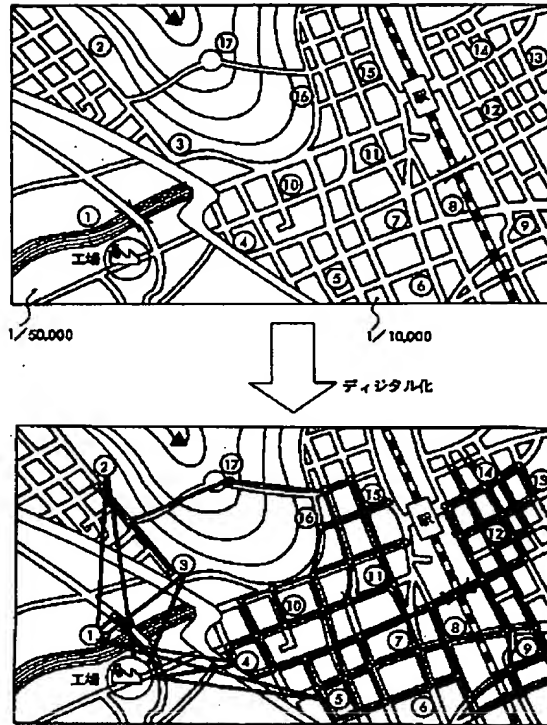
【図35】

図35



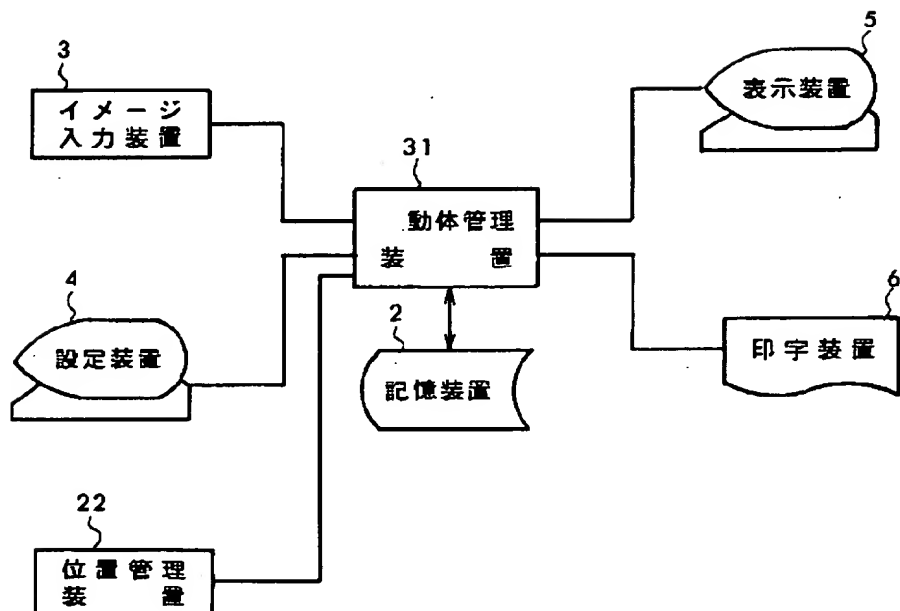
【図39】

図 39



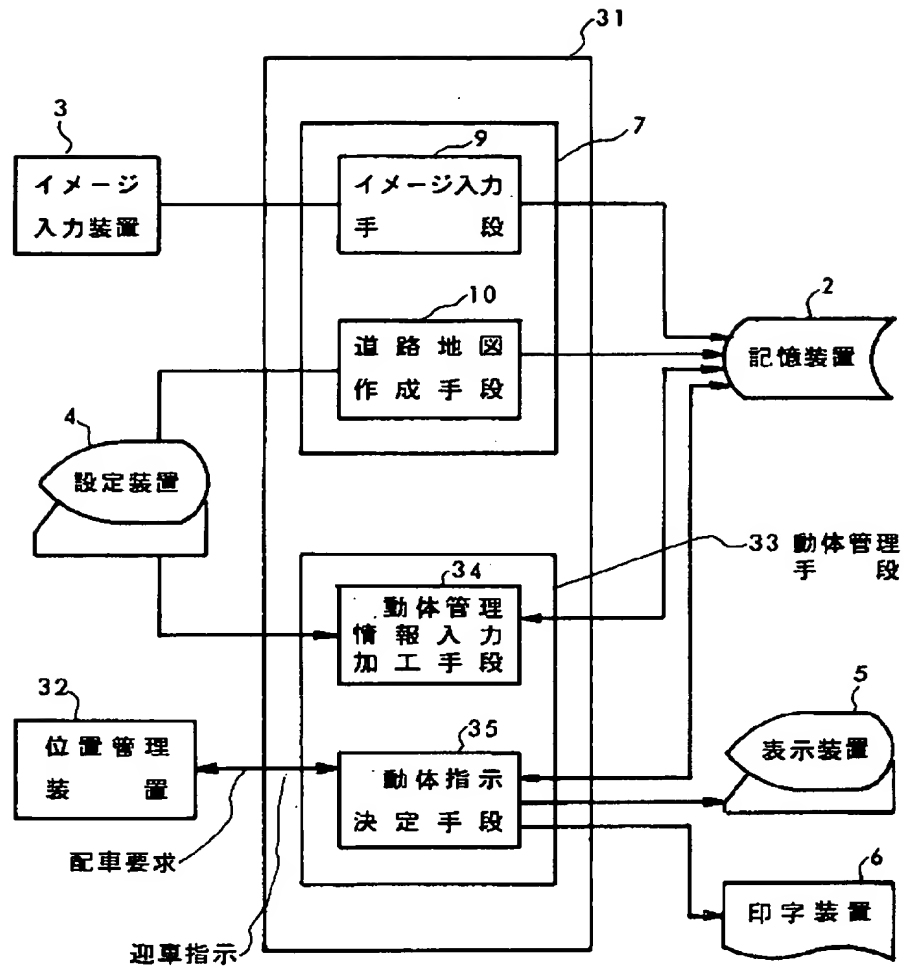
【図40】

図 40



【図41】

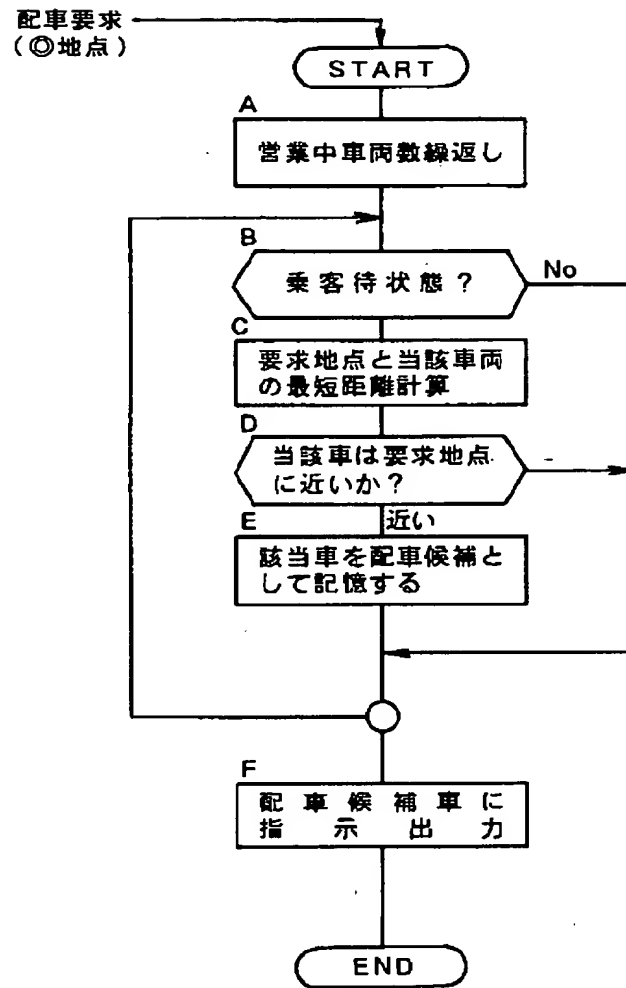
図 41



【図42】

図 42

(タクシーの配車サービス例)





【図44】

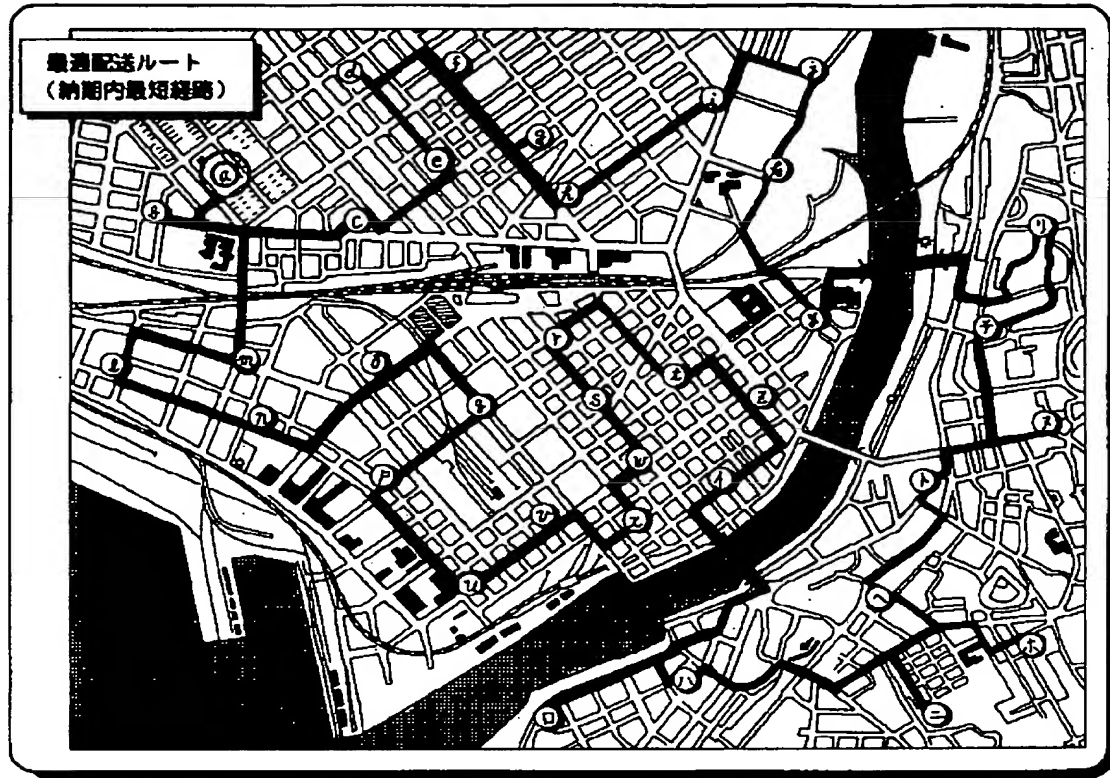


図 44

## フロントページの続き

- (72) 発明者 吉田 英雄  
茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立  
エンジニアリング 株式会社内
- (72) 発明者 寺田 保広  
茨城県日立市大みか町五丁目2番1号  
株式会社 日立製作所 大みか工場内
- (72) 発明者 佐藤 良幸  
茨城県日立市大みか町五丁目2番1号  
株式会社 日立製作所 大みか工場内

- (72) 発明者 八尋 正和  
茨城県日立市大みか町五丁目2番1号  
株式会社 日立製作所 大みか工場内
- (72) 発明者 大槻 朱美  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
株式会社 日立製作所内
- (56) 参考文献 特開 平2-3899 (JP, A)  
特開 平2-112100 (JP, A)

- (58) 調査した分野(Int. Cl. 7, DB名)  
G01C 21/00 - 21/24